

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج



تخصص تقنية التصنيع الغذائي

الأحياء الدقيقة في الأغذية

126 صنع

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " الأحياء الدقيقة في الأغذية - نظري " لمتدربي قسم" تقنية التصنيع الغذائي " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

يعتبر علم الأحياء الدقيقة في الأغذية من العلوم الحديثة، وقد تطور هذا العلم تطوراً سريعاً في السنين الأخيرة وأصبح له أهمية كبرى في حياة الإنسان ورفاهيته فقد أمكن استغلال الميكروبات في كثير من الصناعات كصناعة المنتجات اللبنية والغذائية والتخمرات المختلفة. كما أمكن إنتاج الفيتامينات والإنزيمات والأحماض الهامة اللازمة لكثير من الصناعات, وتم إنتاج العلف الحيواني (بروتين وحيد الخلية) والمضادات الحيوية من الميكروبات المختلفة.

ولاهتمام الدول بتوفير المنتجات الغذائية سواء بتصنيعها أو بإنتاجها محلياً أو باستيرادها من جميع أنحاء العالم، ولما لهذه الأغذية من أثر بالغ على صحة المواطن , قامت الدول بإنشاء جهاز رقابي على هذه الأغذية بالإضافة إلى تخريج كوادر فنية وطنية مؤهلة ومدربة في هذا المجال من المعاهد الفنية المتخصصة في هذا المضمار حتى تضمن وصول هذه الأغذية للمستهلك بجودة عالية خالية من الفساد ومسببات الأمراض.

وهذه الحقيبة تتناول دراسة أهمية ودور الميكروبات في الصناعات الغذائية والألبان، وتتضمن تلوث وفساد وتحلل الأغذية ميكروبياً ودور الأحياء الدقيقة في التسمم الغذائي وتبرز تأثير الميكروبات على صلاحية وكفاءة وجودة المنتج الغذائي, كما تقدم بعض التطبيقات العملية التي تساعد على مراقبة الأغذية ميكروبيولوجيا.

ونرجو أن يكون هذه الحقيبة وافيا وذو فائدة لطلبة شعبة تقنية التصنيع الغذائي والمهتمين بمراقبة الأغذية ميكروبياً,

ونسأل الله التوفيق والسداد.

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية، وكيفية الكشف عنها، أهميتها، كيفية الاستفادة منها.

الأهداف:

1- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية

2- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 98٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: 10 ساعات.

الوسائل المساعدة:

1- استخدام اللوحات الإرشادية.

2- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

1- أن يكون المتدرب لدية القدرة والرغبة في التعرف على هذة الكائنات الحية.

2- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذة الكائنات الحية.

الباب الأول

لمحة تاريخية

على الرغم من الصعوبة البالغة في تحديد أو معرفة متى ابتدأ إدراك الإنسان لفعل الميكروبات أو وجودها في الغذاء، إلا أنه يمكننا أن نقول أنه ابتدأ فعلاً علم الميكروبيولوجي المعروف حالياً منذ أدرك الإنسان ذلك. والزمن الواقع قبل هذا الإدراك يمكن تقسيمه إلى فترتين:

1- فترة تجميع الغذاء

و تبدأ من أول خلق الإنسان أي من حوالي مليون سنة تقريباً إلى 8000 سنة من تاريخنا هذا. وفي هذه الفترة يحتمل أن يكون الإنسان فيها ضارياً أو جارحاً أي من أكلة اللحوم في عاداته الغذائية بجوار أكله للنباتات الذي جاء تناوله لها متأخراً في هذه الفترة. وفي هذه الفترة أيضاً تعلم الإنسان كيف يطهو طعامه.

2- فترةإنتاج الغذاء

و تأتي هذه الفترة من8000 سنة إلى يومنا هذا بالطبع وتخمينا أن الإنسان كان في صراع دائم والمشاكل التي تفسد طعامه أو تؤدي إلى التسمم الغذائي في بدء هذه المرحلة ومع حلول إعداد الطعام فمشاكل انتقال الأمراض بواسطة الطعام و تلفه السريع نتيجة طريقة التخزين والحفظ غير المناسبة, هاتين المشكلتين الظاهرتين أعطت الاهتمام بأن هناك شيئاً أدى إلى هذا. فتلف الغذاء المعد ظهر قبل الميلاد بحوالي6000 سنة.

طريقة صناعة الفخار جاءت إلى أوروبا الغربية من الشرق الأقصى منذ حوالي5000 سنة قبل الميلاد, هذا ويعتقد أن أول قدر للغلي صنع في الشرق الأقصى ما بين6000, 8000 سنة مضت ولقد ساعد ذلك على طهي الغذاء وحفظ الطعام.

ويعتقد أن السومريين(3000 سنة قبل الميلاد) هم أول من استأنسوا الحيوانات واعتنوا بتربيتها وأنتجوا الألبان, وعليه في هذه الفترة عرف اللحم المملح والسمك المملح وكذلك الدهن وإنتاج الجلود وزراعة القمح والشعير .... الخ من هذه المنتجات وبين سنة3000, 1200 قبل الميلاد استعمل الملح المستخرج من البحر الميت في حفظ مختلف أنواع الأغذية.

ولقد استعمل الصينيون واليونانيون الأسماك المملحة في تغذيتهم في تلك الحقبة من الزمن وتعلم منهم الرومانيون الذين طوروا هذه الصناعة, ولقد ظهر أيضاً في تلك الفترة استعمال الزيوت مثل زيت الزيتون وزيت السمسم وقد أثبت Jensen سنة 1953 أن استعمال الزيت يؤدي إلى التسمم الغذائي الناتج من الـ *Staphyloccus* ومنذ1000 سنة قبل الميلاد برع الرومانيون في حفظ اللحوم غير اللحم البقر وذلك

باستعمال الثلج الـ Sown في حفظ الجمبري وغيرها من اللحوم السريعة التلف أو القابلة للتلف, كما عرفت طريقة التدخين كوسيلة للحفظ وكذلك طريقة صناعة الجبن.

وما بين الميلاد وبعده بـ1100 سنة عرف الإنسان التسمم الغذائي وفساد الغذاء وخصوصاً النوع المسمى بـ Ergot poisoning المتسبب من نمو فطر *Claviceps purpurea* الذي ينمو على نبات يشبه الشعير يسمى الجو يدار وبعض الحبوب الأخرى والذي يسبب موت الكثير في الأعمار المتوسطة, ولقد حدث40000 حالة وفاة من هذا النوع من التسمم سنة943 بعد الميلاد في فرنسا ولكنه لم يكن معروفاً بأن توكسين المرض ينتج بواسطة الفطر.

ولقد ظهر القصاب أو الجزار ما بين سنة 1156, 1248 في سويسرا وفي سنة 1276 ظهر المذبح أو السلخانة والرقابة الصحية على ذبح وتوزيع اللحم ولكن من المشكوك فيه بأنهم كانوا يعرفون دور الميكروبات في اللحم المصابة في هذا الوقت على الرغم من هذه الرقابة يعتقد أن أول إنسان أثبت فعل الميكروبات في فساد الغذاء هو Kircher سنة 1658 وكان راهباً وفحص أثناء ذلك الجثث المتحللة واللحم واللبن ووصف الميكروبات بأنها ديدان غير مرئية وهي التي تسبب الفساد وملحوظاته هذه كان ينقصها الدقة ولم تلق ملحوظاته هذه أي انتباه.

شاهدL. Spallan Zani سنة 1765أن مرق اللحم الذي غلي لمدة ساعة وحفظ في زجاجة بعد قفلها جيداً أصبح معقماً ولم يطرأ عليه تلف ولقد قام بإجراء هذه التجربة لنقض نظرية التوالد الذاتي بالغذاء ولم يتمكن من إثبات هذه النظرية العلمية لأنهم نقضوا هذه الطريقة بأنها تؤدي إلى تلف الأكسجين أو عدم وجوده الذي هو ضروري للتوالد الذاتي.

وفي سنة 1837 لاحظ Schwann أن بعض السوائل المغلية بقيت على حالة معقمة على الرغم من وجود الهواء الذي كان يدفعه في هذه السوائل بعد تسخينه بتمريره على حديد ساخن.

وبهذا فان العالمين السابقين هما أول من وضعا نظرية الحفظ بواسطة استعمال الحرارة, ولقد أثبت ذلك كل من العالمين G. Leibniz & D. Papin في أواخر القرن الثامن عشر

سنة 1795 خصصت الحكومة الفرنسية12000 فرنك جائزة لمن يكتشف طريقة عملية لحفظ الغذاء الأمر الذي دعا الحلواني الباريسي Francois (Nicholas)Appert في وضع الأسس الأولى لصناعة الحفظ بالتعليب Canning حيث وضع لحما في برطمانات زجاجية وعرضها للماء المغلي لمدد متفاوتة وقد نشرت هذه الطريقة سنة1810 عندما أخذAppert براءة اختراعه وتأكد منه, نظرا لأنه لم يكن رجلاً علمياً فإنه لم يكن يعرف أسباب عدم تلف هذا الغذاء ولماذا ؟ وكانت هذه بداية صناعة المعلبات المعروفة

في الوقت الحالي. ولقد استمر هذا50 عاماً حتى جاء L. Pasteur واكتشف فعل الميكروبات في الغذاء وبالتالي اكتشف البكتريا.

فحص Antony Van Leeuwenhoek في هولندا البكتريا خلال الميكروسكوب المكتشف من قبله ووصفها سنة 1676 م ولكن لم يكن Appert يعرف بهذا الاكتشاف حيث إن هذا الاكتشاف لم يكن معروفاً في فرنسا في ذلك الوقت.

أول رجل عرف وقدر وفهم فعل الميكروبات في الغذاء هو L. Pasteur ففي سنة 1837 رأى أن تخمر اللبن ناتج من فعل الميكروبات. و في سنة 1860 استعمل الحرارة في وقف نشاط الميكروبات غير المرغوب فيها في بعض الأغذية بطريقة البسترة المعروفة باسمه لوقتنا الحالي.

فعل وأهمية الميكروبات في الغذاء

أهمية الكائنات الدقيقة في الغذاء ذات وجهين، فهي من ناحية تعتبر ذات فائدة كبيرة في تصنيع منتجات غذائية مختلفة ومن جهة أخرى تعتبر مسئولة عن تلف كميات كبيرة من المواد الغذائية مما يسبب خسارة اقتصادية كبيرة وبعضها ينمو ويتكاثر في الغذاء ويسبب أمراضاً خطيرة للمستهلكين- والناحية المفيدة استغلت من قبل الإنسان حيث عزل هذه الكائنات وكثرها واستخدامها في صناعة منتجات غذائية جيدة. فاستغلت بعض أنواع من البكتريا لإنتاج الألبان المتخمرة والزبد والكريم و الأجبان و المخللات وبعض الفيتامينات والأنزيمات و الأحماض العضوية. كما تستخدم الخمائر في إنتاج الخبز والأجبان والألبان المتخمرة و الدهون والبروتين والمشروبات الكحولية. والفطريات مهمة في إنتاج الأنزيمات والأحماض العضوية التي تدخل في الصناعات الغذائية مثل إنزيم الأميليز وحامض الستريك وتقوم الفطريات في إنتاج بعض أنواع الأجبان وكذلك المضادات الحيوية. أما الأضرار التي تسببها الكائنات في الغذاء فبعضها اقتصادي والآخر صحي و الضرر الاقتصادي سببه نمو الكائنات في الغذاء وتتلف مكوناته وتكون فيه نكهة وروائح لا يرغبها المستهلك وقد تكون مركبات سامة وضارة على الصحة.

والضرر الصحي يكون بسبب ملاءمة الأغذية لنمو الميكروبات المرضية وتكاثرها فيها مثل بكتريا السل والتيفود والكوليرا وغيرها من البكتريا والفطريات التي تسبب المرض والتسمم للإنسان. والكائنات الدقيقة التي لها علاقة وثيقة بالأغذية ولها دور مفيد أو ضار تشمل البكتريا والفطريات والخمائر.

1- البكتريا

وجدأن25 جنساً تسبب فساد الغذاء أو التسمم عن طريق الغذاء أو مهمة في تصنيع منتجات جديدة وجيدة والأجناس هي:

Acetobacter, Halobacterium, Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Alcaligenes, Esherichia, Aerobacter, Erwinia, Serratia, Proteus, Salmonella, Shigella, Micrococcus, Staphylococcus, Streptococcus, Pediococcus, Leuconostoc, Lactobacillus, Bacillus, Clostridium, Propionibacterium, Microbacterium, Corynebacterium, Brevibacterium

2- **الفطريات** Molds

هناك16جنساً غالباًما تكون موجودة بالغذاء هي:-

Alternaria, Aspergillus, Botrytis, Cephalosporium, Fusarium, Geotrichum, Gleosporium, Helminthosporium, Monilia, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Sporotrichum, Thamnidium, Trichothecium

3- **الخمائر** Yeasts

توجد بالغذاء عادة9أجناس من الخمائر هي:-

Brettanomyces, Debaromyces, Mycoderma, Saccharomyces, Candida, Hansenula, Rhodotorula, Schizosaccharomyces-Torula

الباب الثاني

الفطريات Molds

الفطريات تنمو على الطعام وتعرف بمظهرها الزغبي أو الوبري أو القطني التي تتلون في بعض الأحوال حيث يتغيرلونهاإلى اللون الداكن واللون ينتج لتكثف الجراثيم الملونة وظهورها على السطح الذي ينمو علية الفطر, وعادة الغذاء المصاب بالعفن يكون غير صالح للأكل.

بينما الفطريات تسبب تلف كثير من الأطعمة والأغذية إلا أن هناك أنواعا منها مفيدة في تصنيع بعض أنواع من الأطعمة أو كمكون من مكونات هذه الأطعمة, ومثال ذلك بعض أصناف الجبن التي يقوم الفطر فيها بعملية التسوية مثل جبن الريكفورت والكاممبرت Roquefort and Camembert.

وقد يستخدم الفطر في عمل أو صناعة بعض الأطعمة الشرقية مثل صلصة الصويا والميزو والسانتي والفطريات قد تستخدم لإنتاج مواد تستخدم في الأطعمة مثل إنزيم الاميليز, وإنتاج حامض الستريك , وقد تستخدم الفطريات نفسها كطعام مثل الأصناف غير السامة من عيش الغراب هذا وتنتج بعض الفطريات مضادات حيوية يستفيد منها الإنسان في مكافحة كثير من الأمراض.

وصف الفطريات الخواص المورفولوجية

الوصف العام للفطريات يتضمن الشكل والتركيب الظاهري وكذلك ميكروسكوبيا حتى يمكن تمييز الفطر وتقسيمه.

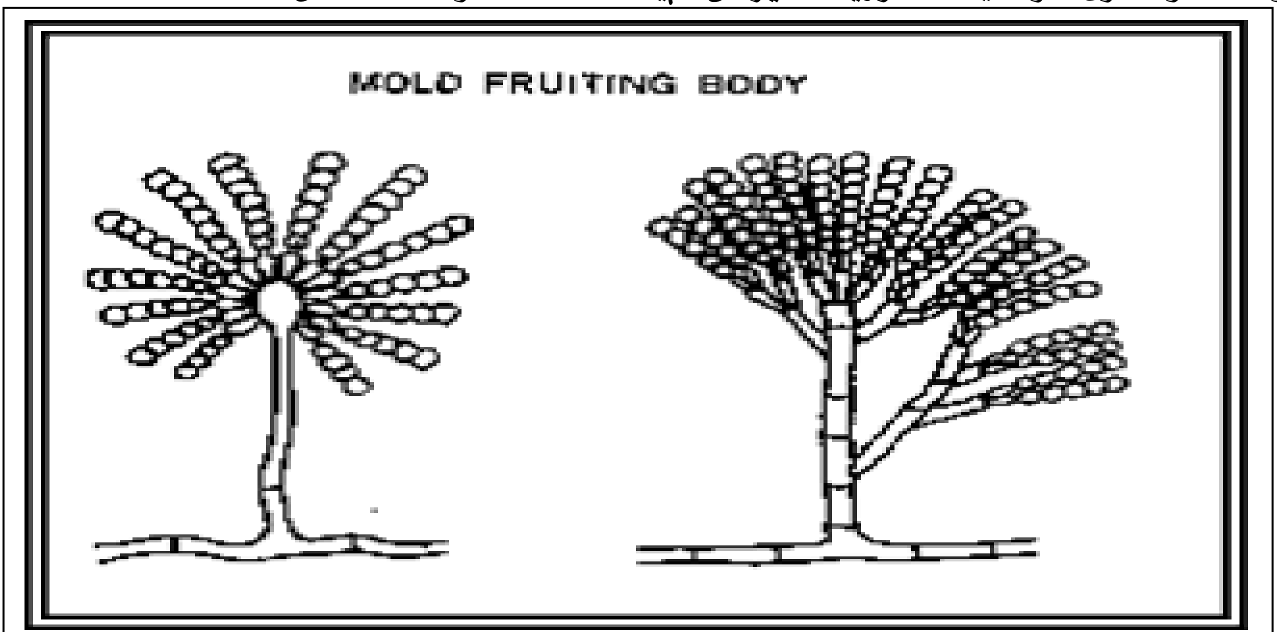
الفطريات خالية من الكلوروفيل وهي من النباتات الثالوسية أي لا تتميز إلى جذور وسيقان وأوراق ونظرا لخلوها من الكلوروفيل فهي غير ذاتية التغذية فتعيش رمية أو طفيلية وبعضها يعيش معيشة تعاونية. الفطر يتكون من كتلة من الخيوط المتفرعة والتي تسمى بالهيفات (مفرد هيفا) وهذه الكتلة في مجموعها تسمى بالميسليوم، والهيفا إما أن تكون نامية بداخل الأطعمة (مدفونة أو مغروسة فيها) أو قد تنمو هوائيا على سطح الغذاء. والهيفات تقسم إلى:

1- هيفات خضرية وهي التي تمد الفطر بالغذاء

2- الهيفات الجنسية وهي الخاصة بالتكاثر وحفظ النوع من الاندثار وهذه تكون دائماً معرضة للهواء وتنمو على السطح والهيفات أما ممتلئة وناعمة المظهر أو رفيعة ومجعدة المظهر, وهناك أنواع قليلة من الهيفات تكون ما يسمى بالسكلروتيا (خلايا حجرية) Sclerotia فرد سكلروتيم Sclerotium وهي عبارة عن هيفا متطورة عادة غليظة الجدر و عليه تقاوم الحرارة والظروف السيئة عن باقي الميسليوم الموجودة به ولهذا السبب فهي مهمة في بعض الأغذية المعاملة بالحرارة.

والفحص الميكروسكوبي يساعد في تعيين نوع الفطر حيث إن هناك مجموعتين من الهيفات.هما :

1. الهيفات تكون مقسمة بحواجز مما يجعلها عديدة الخلايا وتسمى في هذه الحالة Septate.
2. هيفات غير مقسمة حيث تظهر الهيفا بشكل أسطواني لا يوجد بها حواجز أي عبارة عن خلية واحدة عديدة النويات وتسمى Nonseptate.الهيفا دائماً رائقة واضحة تحت الميكروسكوب إلا بعض الأنواع تكون غير رائقة وداكنة وهي تبدو عديمة اللون وشفافة وتكون ملونة في حالة رؤية كثير من الهيفات ككتلة واحدة(شكل1).



شكل(1) الهيفات المقسمة وغير المقسمة في الفطر

التكاثر في الفطريات

تتكاثر الفطريات بطريقتين هما:

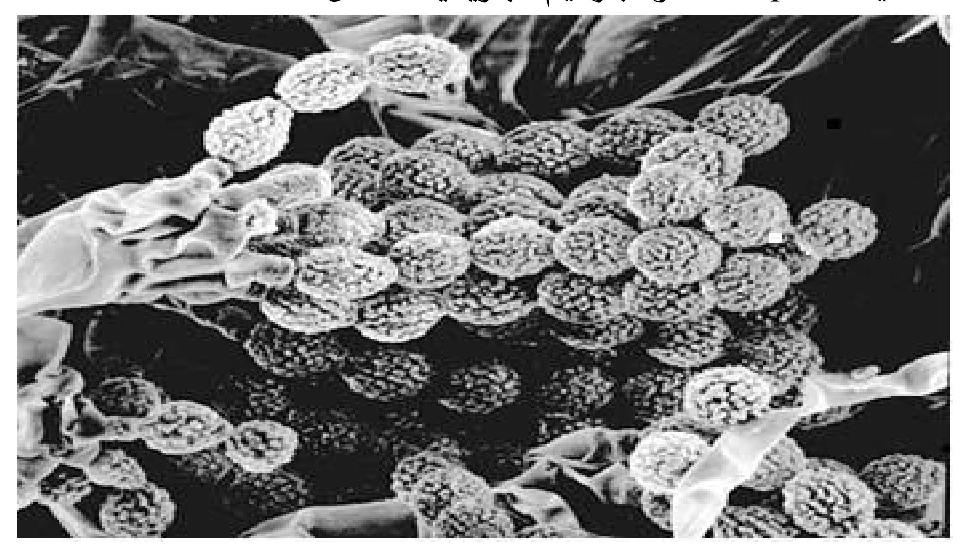
1- التكاثر اللاجنسي:

ويتم إما خضرياً بتجزؤ الهيفات وانفصالها, ثم ينمو كل منها ويتكون ميسليوم جديد,أو يحدث بتكوين جراثيم داخل أكياس خاصة تعرف بالأكياس الجرثومية وتسمى جراثيم اسبورانجية أوأنها تتكون على حوامل خاصة تعرف بالحوامل الكونيدية,أوانها تتكون من هيفات تختزن مباشرة مثل الجراثيم الكلاميدية(خلية تخزن مواد غذائية وتحيط نفسها بجدار سميك)

2- التكاثر الجنسي:

يأخذ مجراه بطرق مختلفة ويستخدم الطريقة التي تتكون بها الجراثيم الجنسية كقاعدة أساسية

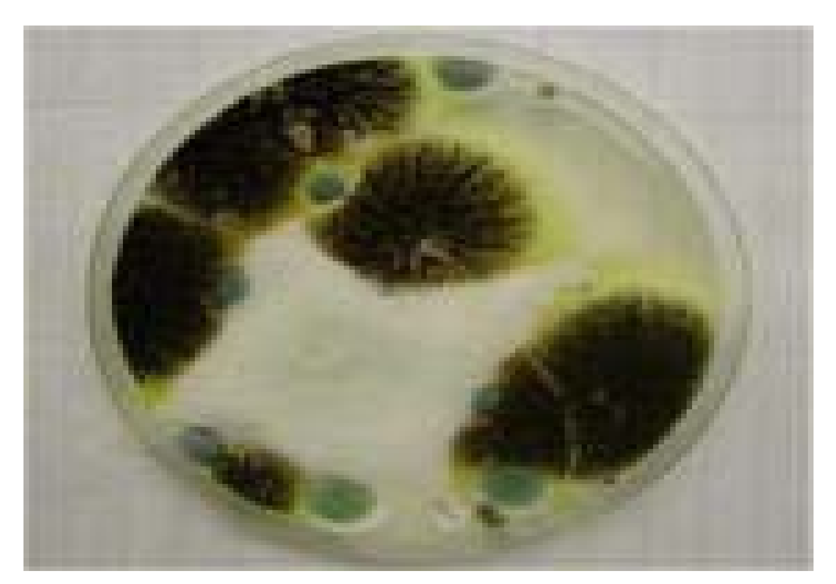
في تقسيم الفطريات ومن الجراثيم الجنسية الجراثيم البيضية Oospores والجراثيم الزيجية Zygospores والجراثيم الأسكية Ascospores والجراثيم البازيدية(شكل2).



شكل(2) التكاثر الجنسي في الفطر

الصفات المزرعية:

المظهر العام للفطر بعد نموه على الطعام كاف لمعرفة جنسه. بعض الفطريات يكون نموها هشا وبعضها يكون نموها لاصقا بالمادة النامية عليها، بعضها يظهر بشكل ناعم قطيفي المظهر(شكل3) والآخر جاف ومسحوقي كالبودرة والآخر شكله جيلا تيني لزج، بعضها محدود النمو والآخر منتشر على كل الغذاء وهناك نموات يمكن معرفة نوع الفطر مباشرة مثل *Aspergillus niger* و الصبغات الموجودة في الميسليوم (أحمر,أصفر, بني, رصاص,أسود .. الخ) تميز نوع الفطر كذلك الصبغات للكميات الكبيرة من الجراثيم اللاجنسية مثل(الأخضر– الأخضرالمزرق– الأصفر– البرتقالي–الأحمر–البني–الرصاصي–الأسود). ومظهر الفطر النامي على الأجار من السطح الأسفل يظهر مدهشاً مثل اللون الأزرق المسود أو الأخضر المسود للسطح الآخر لفطر *Cladosporium*



شكل(3) شكل نمو الفطريات على البيئة.

الخواص الفسيولوجية للفطريات

الخواص الفسيولوجية يمكن مناقشتها هنا باختصار شديد.

1- الرطوبة

يحتاج الفطر لأقل نسبة من الماء للنمو تقل عن الخميرة والبكتيريا ويتوقف الحد الأدنى من الرطوبة لنمو وتكاثر الفطر على عوامل كثيرة مثل نوع الفطر ونوع ومقدار المواد المنحلة خارج الخلية وطبيعة تركيبها فمثلا إذا انخفضت نسبة الرطوبة في وسط ما إلى أقل من 14 أو15 ٪ فإن نمو الفطر يتوقف كما هو الحال في المواد الغذائية المجففة (فاكهة- خضر- سمك- بيض- قمح- شعير- ذرة الخ). وقد وجد أن نسبة الرطوبة المثالية لنمو الفطر هي 18 ٪.

2- الحرارة

معظم الفطريات من نوع الـ Mesophilic محبة لدرجة الحرارة المعتدلة أي أن معظمها ممكن أن تنمو على درجة الحرارة العادية. درجة الحرارة المثلى لها من25-30 °م ولكن هناك ما ينمو جيداً على درجة35إلى37°م أو أكبر من ذلك مثل أنواع من جنس *Aspergillus* وهناك أنواع تنمو على درجة حرارة التبريد. وهناك أنواع تنمو على درجة حرارة التجميد من-5 إلى-10°م. وأعداد قليلة جداً هي من نوع Thermophilic المحبة لدرجات الحرارة العالية.

3- الأكسجين ودرجة الحموضة pH

الفطريات جميعها هوائية أي أنها تحتاج إلى الأكسجين في نموها وهذه حقيقة واقعة لجميع الفطريات التي تنمو على الأطعمة. ينمو الفطر بصورة طبيعية في وسط حامضي (pH=3.5إلى4.5) كما توجد أنواع أخرى تتمكن من العيش في وسط يتراوح رقمه الهيدروجيني بين5.2 و 8.

4- الاحتياجات الغذائية

تتغذى الفطريات دائما على جميع أنواع الأطعمة سواء البسيطة منها أو المعقدة التركيب حيث أن أغلب الفطريات تفرز أنواعا عديدة من إنزيمات التحلل حيث تنتج إنزيمات(الاميليز- البكتينيز- البروتينيز- الليبيز).

5- المواد المثبطة للنمو Inhibitors

يتأثر نمو الفطر بوجود مواد كيماوية مثبطة للفطريات Mycostatic أي تثبط نمو الفطر مثل حمض السوربيك Sorbic acid والبروبيونات Propionates والخلات أو الاسيتات Acetates, ويتميز نمو الفطر بكونه بطيئا إذاما قورن بنمو كل من البكتيريا والخمائر لذلك فإن الفطر يتنحى عندما تكون الظروف ملائمة لنمو البكتيريا والخمائر وعند تحسين الظروف المناسبه لنموة فسرعان ما يكون سريعا وغزيرا ويتمكن الفطر من مقاومة الضغوط الأسموزية العالية ،وهو بذلك يتحمل أكثر مما يمكن لكل من الخمائر و البكتيريا مقاومته، فيعيش في وسط غذائي ذي تركيز من السكر يبلغ حوالي50٪ – 60 ٪ وتفاديا لنمو الأنواع الضارة من الفطريات في الشربات والمربيات فإنها تحفظ في تراكيز من السكر تتراوح ما بين60- 70٪

تقسيم الفطريات

تقسم الفطريات إلى أربعة أصناف هي:

1- **الفطريات الناقصة** *Deuteromycetes* (*Fungi Imperfecti*)

هيفاتها غير مقسمة، تتكاثرلاجنسياً فقط

2- الفطريات الطحلبية *Phycomycetes*

هيفاتها غير مقسمة وتتقسم إلى مجموعتين:

أ) فطريات بيضية *Oomycetes*

ب) فطريات زيجية *Zygomycetes*

3- الفطريات الأسكية *Ascomycetes*

هيفاتها مقسمة والجراثيم الجنسية توجد داخل كيس أسكي به 8 جراثيم أسكية.

4- الفطريات البازيدية *Basidomycete*

هيفاتها مقسمة, ترتبط جراثيمها الجنسية المسماة بالجراثيم البازيدية بواسطة عنق بتركيب لحمي يسمى بازيديوم. Basidium.

فطريات العفن ذات الأهمية في صناعة الأغذية

1- **جنس** *Mucor*

يتلف بعض الأغذية ويفيد في صناعة بعضها الآخر, ويكون نمواً زغبياً أبيض كثيفاً على الأغذية ثم يتبقع هذا النمو بالأسود وأهم أنواعه *M. roxii, M. rasemosus* ويستخدمان في تحويل النشا إلى سكريات بسيطة وذلك بواسطة الأنزيمات التي تفرزها, ويستخدم*M.roxii* في إنضاج جبن جاميلوست Gamelost.

2- **جنس** *Rhizopus*

يتميز هذا الجنس بأن جراثيمه تكون داخل حافظة جرثومية Sporangium وعند النضج يتحول لونها إلى الأسود,أهم أنواعه *R. nigricans*(شكل4)يسبب عفن الخبز الأسودBread mold كما أنه ينمو على كثير من الأغذية كالفواكه والخضر وخاصة البصل ويكون عليها نموا زغبيا أسود



شكل(4) الشكل المجهري لـــــ *Rhizopus nigricans*

3- **جنس** *Thamnidium*

تتلف هذه الأعفان الأغذية المبردة وخاصة اللحوم المحفوظة في الثلاجة وأهم أنواعه *T. elegans*

4- **جنس** *Aspergillus*

أفراد هذا الجنس تسبب فساد كثير من الأغذية كما أن بعض سلالاته تستخدم في الصناعة لإنتاج بعض الأحماض والأنزيمات أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس هي:-

1- النوع *Aspergillus niger*: يكون نموات سوداء اللون على الأغذية ، يفسد الأغذية الطازجة والمبردة .يستخدم في الصناعة لإنتاج حمض الستريك(شكل5).

2- النوع *Aspergillus repens*: ينمو في الحليب المكثف المحلى ويكون كتلا تشبه الأزرار على سطح المنتج داخل العلبة.

3- النوع *Aspergillus glaucus*: يسبب فساد اللحوم والفاكهة والخضر بتكوينه مستعمرات خضراء اللون عليها.

4- النوع *Aspergillus fisheri*: أعفان تقاوم درجات الحرارة المستخدمة لمعاملة الأسماك ولهذا يعزل من السمك المعامل حرارياً حيث يسبب فسادها

5- النوع *Aspergillus flavus* (شكل6) والنوع *Aspergillus parasiticus* : تنمو في الأغذية وتكون سموما فطرية Mycotoxins مثل سم الـ Aflatoxin حيث تسبب التسمم الغذائي



شكل(5) *Aspergillus niger*



شكل(6) *Aspergillus flavus*

5- **جنس** *Penicillium*

هذا الجنس منتشر بكثرة في الأغذية وأهم أنواعه هي:

1- النوع *P. expansum* يسبب فساد الفاكهة والخضر ونموه أخضر اللون.

2- النوع *P. italicum* يسبب تعفن البرتقال ولون نموه أزرق.

3- النوع *P. notatum* يستخدم لإنتاج البنسلين ويسبب التعفن الأخضر للفواكه (شكل7)

4- النوع *P. chrysogenum* يستخدم في إنتاج البنسلين وينمو على الأغذية.

5- النوع *P. digitatum* يسبب فساد الطماطم والفواكه الطرية نموه زيتوني اللون.

6- النوع P. *camemberti* يستخدم في تصنيع الجبن الكامبرت Camembert.

7- النوع *P. roqueforti* يستخدم في تصنيع جبن الريكفورت Roquefort.

شكل(7) الشكل المجهري *Penicillium notatum*

6- **جنس** *Trichothecium*

ينمو على الفواكه ويسبب فسادها خاصة الخوخ والتفاح ويكون لون نموه أحمر خاصة النوع *T. roseum*

7- **جنس** *Geotrichum*

ويطلق على هذه الفطريات بالفطريات شبيهة الخمائر مثل الخمائر الغشائية Yeast like fungi (سيأتي الحديث عنها) وأهم أنواع هذا الجنس هو النوع *G. candidum* (Oidium lactis) حيث ينمو على منتجات الألبان ذات الحموضة المرتفعة كالألبان المتخمرة ويكون عليها كتلة بيضاء متماسكة ويعمل على أكسدة حامض اللاكتيك إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وبذلك يخفض حموضة اللبن وعند ذلك تنمو البكتريا المحللة للبروتين وتعفنه كما أنه ينمو في بعض الأجبان ويفسدها ويستخدم أيضا في إنضاج بعض الأجبان كجبن لايمبورجر Limburger .

8- **جنس** *Neurospora* (*Monilia*)

يفسد عصير قصب السكر المعد لاستعماله لصناعة السكر, ويسبب التعفن الأحمر في الخبز Bloody bread وأهم أنواع هذا الجنس النوع *N. citophila*.

9- **جنس** *Sporotrichum*

وينتمي إليه العفن *S. carnis* الذي ينمو على اللحوم المبردة وينتج عن ذلك بقعا بيضاء اللون.

10- **جنس** *Alternaria*

عفن مألوف يسبب تلف المواد الغذائية مثل *A. citri* الذي يسبب تعفن الحمضيات.

الباب الثالث

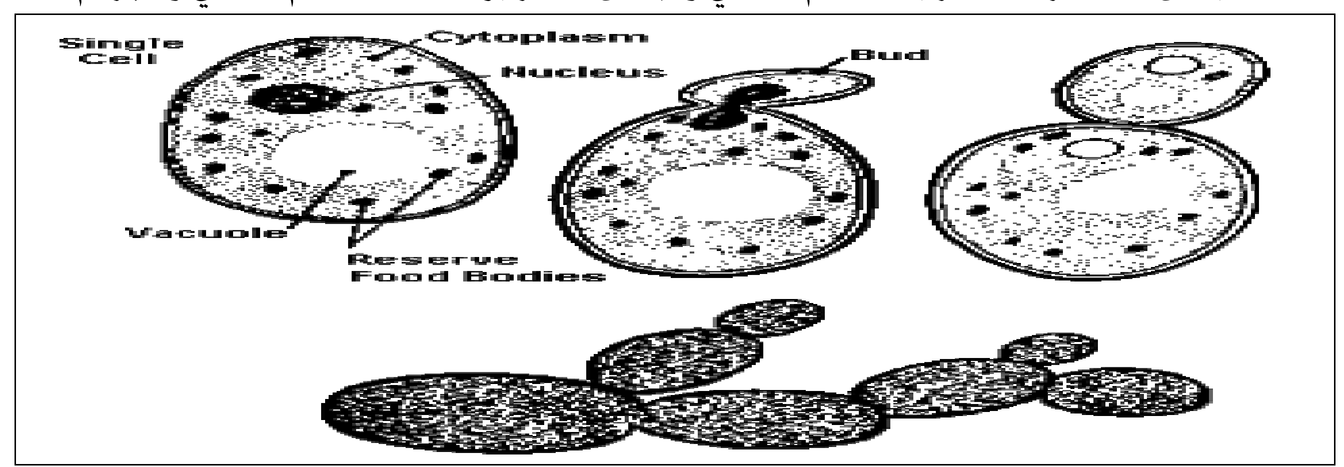
الخمائر Yeasts

الخمائر عبارة عن فطريات وحيدة الخلية لا تكون هيفات، بيضاوية أو كروية الشكل تحتوي على نواة . والخمائر قد تكون مفيدة وقد تكون ضارة في الأغذية فهي تستخدم في صناعة الخبز والبيرة والنبيذ والخل وإنتاج بعض أنواع الجبن والفيتامينات والدهون وفي إنتاج البروتين من مخلفات الصناعات الغذائية ومن منتجات النفط. وتكون الخمائر ضارة عندما تنمو وتسبب فسادا لعصائر الفاكهة، والعسل والمربيات والجلي والمخللات والمشروبات الكحولية واللحوم والألبان ومنتجاتها .

الصفات المورفولوجية

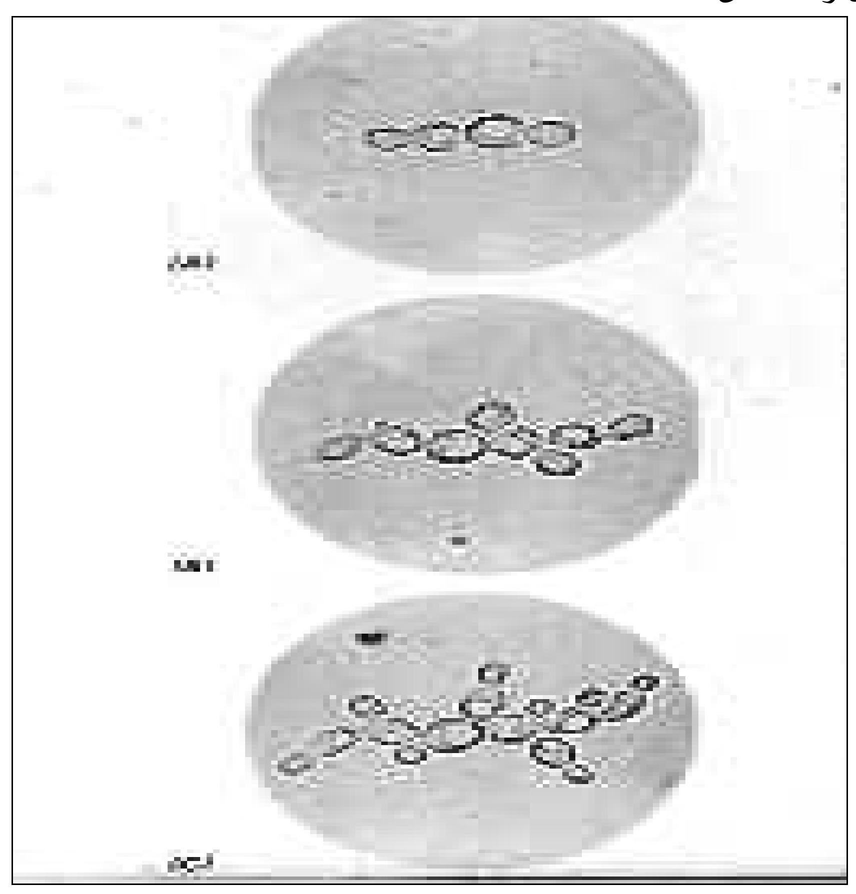
شكل الخميرة قد يكون مستديراً- بيضاوياً- ليمونياً- كمثرياً أو أسطوانياً. وقد تستطيل إلى ميسليوم كاذب أو حقيقي يختلف أيضا في الحجم. الأجزاء الظاهرة في الخميرة هي:جهاز الخلية – السيتوبلازم- الفراغات المائية- حبيبات الدهن- وحبيبات أخرى قد تكون ملونة(ميتاكوندريا) البومينية أو نشوية. وأهم ما يميز الخمائر هو طريقة التكاثر وتبعاً لهذه الصفة قسمت الخمائر إلى مجموعتين كما سيأتي الكلام عنها.

1- معظم الخمائر تتكاثر لا جنسيا بواسطة التبرعم المحوري أومن أي نقطة على السطح multilateral وفيها يبرز البروتوبلازم من جدار الخلية وينمو حتى ينحسر على الخلية الأم مكونا خلية ناشئة. وطريقة التكاثر الشائعة في الخمائر هي التبر عم Budding حيث تنقسم النواة ويبقى نصفها في الخلية الأم ثم بدورها تنقسم وهكذا تتكون سلسة من البراعم على الخلية الأم(شكل8). في بعض الخمائر السطحية ينمو البرعم من بروز يشبه الأنبوبة من الخلية الأم، تنقسم المادة النووية المتضاعفة بين الخلية الأم والخلية الناشئة، بعض الخمائر تتكاثر بالانقسام الثنائي والبعض الآخر بواسطة الانقسام الثنائي والتبرعم.



شكل(8) التكاثر بالتبرعم في الخميرة

2- هناك خمائر تتكاثر بواسطة الجراثيم الجنسية(شكل9) التي يطلق عليها Ascospores ويتم ذلك بتكوين الجراثيم الزقية Ascospore وفيها تتحول خلية الخميرة إلى كيس جرثومي Ascus تكوين الجراثيم الزقية يتبع تزاوج خليتين في معظم أنواع الخمائر الحقيقية ولكن قد تتكون كنتيجة لتزاوج جرثومتين أوخليتين ناشئتين عدد الجراثيم داخل الكيس ومظهرها يعد من الصفات المميزة لنوع الخميرة. تختلف الجراثيم في اللون والشكل.



شكل(9) التكاثر بالجراثيم الجنسية في الخميرة

الصفات المزرعية

في اغلب الأحوال لا يفيد مظهر نمو مزارع الخميرة في تصنيفها والتعرف عليها ولو أن نموها كغشاء على سطح البيئة يدل على وجود خميرة غشائية أو مؤكسدة كما أن إنتاج صبغة الكاروتينويد يدل على الجنس Rhodotorula . ورغم ذلك فمظهر الخميرة يعتبر مهما عندما تسبب الخميرة بقعا ملونة على الأغذية(شكل10).من الصعوبة التفريق بين مستعمرات الخميرة والبكتريا على بيئة الأجار وللتأكد لابد من اللجوء للفحص الميكروسكوبي، معظم مستعمرات الخميرة الصغيرة تكون رطبة ولزجة لحد ما ولكن قد تكون مسحوقية اللون،وتصبح المستعمرات جافة بتقدم العمر.الخمائر المؤكسدة قد تنمو كغشاء رقيق أو ريم على سطح السائل ولذا تسمى خمائر غشائية.



شكل(10) يوضح نمو الخميرة على سطح الغذاء(رغيف خبز).

الصفات الفسيولوجية

1- الرطوبة

تحتاج الخمائر إلى كميات من الماء أكثر مما تحتاجه الفطريات ولكنها أقل مما تحتاجه البكتريا والنسبة المعتدلة التي تحتاجها الخمائر من الرطوبة تبلغ25٪ وهذا مما يسبب تلف الفاكهة.

2- الحرارة

الخمائر تنمو جيداً على درجات الحرارة المعتدلة بين25- 35°م وقد تنمو بعض الأنواع على درجة حرارة الصفر المئوي ودرجة37°م

3- الحموضة

تتمكن خلايا الخمائر من النمو في وسط حمضي ودرجة الحموضة المثلى هي(pH4- 4.5) ولما كانت حموضة الفواكه تتراوح بين هذه الأرقام لذلك نرى أن تلف مثل هذه الفواكه سببها الخمائر ومن الممكن لبعض أنواع الخمائر أن تنمو على درجة حموضة أيpH ما بين3- 7.5.

4- الأكسجين

بالنسبة لاحتياج الخمائر للأكسجين فيمكن تصنيفها إلى نوعين:

أ- أنواع هوائية

تنمو وتتكاثر بوجود الأكسجين ويطلق عليها اسم الخمائر الغشائية أو الخمائر السطحية وتقوم هذه الخمائر بأكسدة الأغذية العضوية مثل السكريات والكحولات والأحماض العضوية منتجة منها غاز ثاني أكسيد الكربون وتتغير المادة الغذائية من ناحية الطعم والرائحة والشكل.

ب- أنواع لا هوائية

وتنمو وتتكاثر هذه الأنواع في غياب أو عدم وجود الأكسجين ويطلق عليها خمائر القاع أو الخمائر المخمرة وهي ذات أهمية كبيرة في صناعة الخبز والإنتاج الصناعي لكحول الأيثيل حيث تقوم بتحويل السكر إلى كحول. ويمكن لخلايا الخميرة أن تعيش في تراكيز عالية من الأملاح والسكر ولكن ليس كما هو الحال في الفطريات. وأعلى تركيز من السكر يمكن لخلايا الخميرة أن تنمو عليه وتتكاثر هو ما بين50- 55٪

تتأثر الخمائر بالمواد الحافظة كما هو الحال في الفطر، حيث تضاف بنزوات الصوديوم أو حمض البنزويك بنسبة معينة إلى المواد الغذائية والسوائل التي يتطلب حفظها لمدة طويلة.

الخمائر المهمة صناعياً

أولاً : الخمائر الحقيقية : True yeasts

هي الخمائر التي تتكاثر بواسطة الجراثيم الجنسية Ascospores وبذلك تعتبر تابعة لصنف الفطريات الأسكية Ascomycetes وتضم هذه المجموعة معظم الخمائر التي لها أهمية صناعية حيث تشمل الأجناس المهمة التالية:

1- **جنس** *Endomyces*

استخدمت هذه الخمائر في الحرب العالمية الثانية لإنتاج الدهون كما تستخدم أنواع منه لإنتاج الأنزيمات المحللة للنشا Amylases وبعض أنواعه تنمو على الفواكه وتعفنها.

2- **جنس** *Saccharomyces*

يعتبر هذا الجنس من أهم الخمائر بالنسبة للصناعات الغذائية خاصة النوع *S. cerevisiae* الذي يستخدم في صناعة الخبز (خميرة الخباز Baker's yeast) وفي إنتاج أنزيم الإنفرتيز Invertase الذي يستخدم في صناعة الحلوى وفي إنتاج النبيذ والكحول والجليسرين وبعض الألبان المتخمرة. هناك أنواع تابعة لهذا الجنس تتمكن من العيش في التركيز العالي للسكر وبذلك تفسد الأغذية السكرية والفواكه المجففة والمربات وهي *S. rouxii and S. mellis*.

3- **جنس** *Zygosaccharomyces*

أفراد هذا الجنس تتحمل التراكيز العالية من السكر Osmophilic yeasts ولهذا تفسد الأغذية السكرية كالعسل والدبس والعصائر المركزة والشراب والمولاس وخاصة الأنواع *Z. richteri* *Z . mellis*

4- **جنس** *Hanseniaspora*

هذه الخمائر من النوع المؤكسد غير مرغوبة في صناعة النبيذ والعصائر لأنها تكون فيها نكهة غير مستحبة Off-flavour وهذه الخمائر تشبه الليمون في شكلها مع وجود نتوء في كل طرف.

5- الخمائر الغشائية *Film yeasts*

تشمل هذه المجموعة من الخمائر الأجناس *Debaromyces, Hansenula, Pichia* تنمو هذه الخمائر على سطح الأغذية الحمضية والمخللات حيث تكون أغشية على سطحها كما أنها خمائر مؤكسدة تؤكسد الحامض وتهيئ ظروفا للبكتريا التعفنية لكي تنمو وتعفن هذه الأغذية . ويعتبر جنس *Debaromyces* من الخمائر التي تنمو في تركيز عال من ملح الطعام حيث ينمو في محاليل الجبن التي يصل تركيز الملح فيها إلى 24٪ فيفسد هذه الأجبان كما أنه ينمو على اللحوم المملحة. أما جنس *Hansenula, Pichia* فتتحمل تركيزات عالية من الكحول فهي تؤكسد الكحول في المشروبات الكحولية وبذلك تقل نسبة الكحول فيها.

ثانياً : الخمائر الكاذبة False yeasts

وهي الخمائر التي لا تكون جراثيم جنسية *Ascopores* وبذلك تتبع صنف الفطريات الناقصة *Deuteromycetse* أهم الأجناس التابعة إلى هذه المجموعة هي:

1- **جنس** *Mycoderma*

خمائر مؤكسدة Oxidative yeasts تنمو مكونة أغشية على المخللات والنبيذ والجبن و البيرة

2- **جنس** *Candida*

خمائر مؤكسدة تكون أغشية على الأغذية الحامضية والمخللات، بعض أنواع هذا الجنس تحلل الدهون لذلك تستخدم في إنضاج الأجبان مثل الجبن الأزرق (الريكفورت) خاصة النوع *Candida lypolytica* (شكل 11) في حين نمو هذا النوع على الزبد والدهون يؤدي إلى تزنخها كما أن النوع *C. utilis* يستخدم في إنتاج البروتين أما النوع *C. krusei* فهو يعيش في بادئات الألبان معيشة تكافلية مع بكتريا حامض اللاكتيك فيعمل على أكسدة الحامض واختزال كمية الأكسجين ويكون عوامل نمو تشجع بكتريا حامض اللاكتيك *Streptococcus thermophilus*



شكل(11) الشكل المجهري *Candida lypolytica*

2- جنس *Rhodotoruia*

يطلق على هذه الخمائر الملونةPigmented yeasts حيث تكون بقعا وردية اللون على الأغذية مثل اللحوم والخضر المخللة (الساوركروت)

4- **جنس** *Brettanomyces*

شكل هذه الخمائر مقوس وتتحمل هذه الخمائر التركيزات العالية من الأملاح والكحول ولهذا تفسد الأغذية المملحة والمشروبات الكحولية

5- **أجناس أخرى مثل** *Torula, Cryptococcus* **وجنس** *Torulopsis*

بعضها يستخدم كخمائر تغذية وبعضها تسبب مشاكل في صناعة المشروبات والألبان والمخللات مثل النوع *Torulopsis caroliniana* الذي يتواجد دائماً في الخيار المخلل حيث يكون كميات كبيرة من الغاز يجعل الخيار يطفو إلى أعلى . أما النوع *Torulopsis kefir* *فيستخدم* في صناعة اللبن المتخمر الروسي الكفير Kefir.

الباب الرابع

البكتريا Bacteria

تعتبر البكتريا من أكبر المجاميع الميكروبية المنتشرة في الأغذية حيث تنمو وتتكاثر وتحلل مكونات الغذاء من بروتين ودهون وسكريات إلى مركبات ضارة وغير مقبولة للمستهلك لأنها تنتشر في الأغذية بصورة كبيرة عن أي ميكروبات أخرى,أو عند نموها في الغذاء قد تتكون مركبات مفيدة تعطي نكهة جيدة للمادة الغذائية, وقد يتلوث الغذاء ببكتريا مرضية تسبب مرض الإنسان المتناول لهذا الغذاء.

الصفات المورفولوجية لبكتريا الأغذية

أول مراحل التعرف على البكتريا في الغذاء تكون بالفحص الميكروسكوبي لتحديد الشكل والحجم والتركيب وتفاعلات الصبغ للبكتريا الموجودة. وسوف نتعرض للصفات ذات الأهمية الخاصة وهي:

1- **التغليف** Encapsulation

إن وجود غلاف أو مخاط Slim حول الخلايا يؤدي إلى ظهور لزوجة أو تكوين خيطي Ropiness في الغذاء، هذا بالإضافة إلى أن الأغلفة تزيد من مقاومة البكتريا للظروف الضارة مثل الحرارة والكيماويات. البكتريا المكونة للأغلفة قد تكون كمية كبيرة من المخاط تحت ظروف معينة ولكن قد تكون كمية قليلة أو لا تكون مخاطا تحت ظروف أخرى.

2- **تكوين الجراثيم الداخلية** Endospores

البكتريا من أجناس *Bacillus* ، *Clostridium* تكون جراثيم داخلية في حين أن غيرها من الأنواع العصوية والكروية المتعلقة بالأغذية لا تكون جراثيم. مختلف أنواع البكتريا أومختلف السلالات تختلف كثيرا في مقاومتها للحرارة وغيرها من الظروف القاسية.

وعموما فإن جراثيم البكتريا أكثر مقاومة للحرارة والكيماويات وغيرها من العوامل الضارة عن الخلايا الخضرية.

التجرثم يحدث في الخلايا الناضجة من المرحلة اللوغارتمية المتأخرة عندما تقل المواد الغذائية وتتراكم نواتج التمثيل الغذائي. يمكن تشجيع التجرثم بواسطة مركبات كيماوية خاصة تؤدي إلى زيادة مادة DNA وبالتالي تسبب تكون الجراثيم كما يناسبها مجال ضيق من الــ pH،ووجود الأكسجين للأنواع الهوائية أو غيابه للأنواع اللاهوائية ،ومجال أضيق من درجة الحرارة مختلف عما يحدث مع

النمو، كذلك وجود بعض الأيونات المعدنية خصوصا المنجنيز، وغياب المواد المضادة وتوفر الجلوكوز والنتروجين. أثناء تكون الجراثيم يتحول بروتين الخلية إلى بروتين الجرثومة وتتكون إنزيمات خاصة، كما تتكون مركبات خاصة مثل حامض Dipicolinic وحامض Glucosamine muramic.

إنبات الجراثيم يناسب الظروف الملائمة لنمو الخلايا الخضرية ولكن قد يحدث الإنبات تحت ظروف لا تسمح بالنمو مثل درجات الحرارة المنخفضة. درجة الحرارة وفترة التنشيط الحراري تتوقف على نوع الجراثيم، فالأنواع الثرموفيلية تتطلب معاملة حرارية أكبر من الأنواع الميزوفيلية . يمكن تثبيط الإنبات بواسطة حامض السوربيك على درجة pH حامضية، إضافة الكاتيونات الثنائية، إضافة النشا، بواسطة أحماض الاولييك واللينوليك.

تعرف الحرارة الكامنة Dormanacy للجراثيم بأنها تأخر الإنبات تحت الظروف المناسبة له. ولا تنجح الجراثيم في الإنبات غالبا بسبب الظروف غير الملائمة مثل وجود المضادات في البيئة أو نقص المواد الغذائية الأساسية مثل الأحماض الأمينية، قد تنبت بعض الجراثيم ولكنها تخفق في استئناف النمو كما قد يحدث لها ضرر من الحرارة والإشعاعات وغيرها من العوامل لدرجة أنها تحتاج لبيئة أكثر تعقيدا أو بيئة خاصة لتنمو كما يحدث مع أسلافها.

3 - **تكوين تجمعات للخلايا** Cell aggregation

وهي صفة خاصة ببعض البكتريا حيث تكون سلاسل طويلة أو تكون تجمعات Clumops تحت ظروف خاصة. من الصعب قتل جميع البكتريا في السلاسل المتداخلة أو في التجمعات الكبيرة عما يحدث مع الخلايا المتفرقة.

الصفات الفسيولوجية

العوامل البيئية الأساسية المؤثرة على نمو البكتريا هي (الغذاء- الرطوبة- درجة الحرارة- جهد الأكسدة والاختزال- وجود مواد مثبطة) وبرغم أن كلاً من هذه العوامل مهمة إلا أن محصلة هذه العوامل مجتمعة هي التي تحدد أي الميكروبات سوف تنمو وبأي سرعة سيكون نموها والتغيرات التي سوف تنتج وسرعة حدوثها.

1- **الغذاء**

لكل نوع مجال محدد للاحتياج الغذائي .فالبعض يمكنه استخدام العديد من الكربوهيدرات كمصدر للطاقة مثل بكتريا القولون وأنواع الكلوستريديم في حين أن غيرها تستخدم نوعا أو نوعين فقط(أنواع *Peseudomonas*) البعض يمكنه تحليل الكربوهيدرات المعقدة مائيا في حين أن البعض

الآخر لا يمكنه ذلك.المتطلبات النتروجينية للبكتريا مثل أنواع *Peseudomonas* يمكن الحصول عليها من الأمونيا والنترات و بواسطة مركبات معقدة مثل الأحماض الأمينية والببتيدات أو البروتينات

تختلف البكتريا في احتياجها للفيتامينات أو العوامل غير المساعدة فالبعض مثل *staphylococcus aureus* تخلق جزءا منها ، في حين أن *Peseudomonas*، *Escherichia* تخلق جميع العوامل التي تحتاجها. وعموما يجب التأكيد على أنه كلما كانت البيئة أنسب للميكروب كلما اتسع مجال درجات الحرارة، pH، Aw الذي يمكن أن ينمو في حدوده.

2- الرطوبة

تتطلب البكتريا عموما رطوبة متيسرة أكثر من الخمائر والفطريات. أي تنمو جيدا في تركيزات منخفضة من السكر أو الملح رغم وجود شواذ. بيئة تنمية معظم البكتريا لا تحتوي على أعلى من1٪ سكر، 0,85٪ ص كل(محلول فسيولوجي)Awالأمثل والأدنى للنمو تختلف حسب البكتريا والغذاء ودرجة الحرارة، pH، ووجود الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، ومضادات النمو.

3- درجات الحرارة

لكل ميكروب درجة حرارة مثلى عندها يكون النمو أفضل معدل له. وتنقسم البكتريا تبعا لتحملها درجات الحرارة إلى:

أ- **البكتريا المحبة للحرارة المنخفضة** Psychrophilic

ويطلق على البكتريا التي تنمو على درجات حرارة الثلاجة(اقل من10° م)

ب- **البكتريا الميزوفيلية** Mesophilic

وهي التي تنمو على درجات الحرارة المثلى لها بين20- 45°م

ج- **البكتريا الثرموفيلية** Therophilic

وهى التي تنمو على درجات حرارة أعلى من 55° م . وقد تكون البكتريا الثرموفيلية حتما أو اختيارا.

4- درجة الــ pH

غالبا ما تحدد أنواع البكتريا التي يمكنها النمو في غذاء ما والتغيرات المصاحبة و لكل ميكروب درجة مثلى وقصوى من pH لنموه. معظم البكتريا تنمو جيدا على درجة pH قريبة من التعادل ولكن البعض يشجعه درجات حامضية.

5- جهد الأكسدة والاختزال Oxidation Reduction Potential

تصنف البكتريا على أساس عمليات التنفس إلى:

1- بكتريا هوائية Aerobic تتطلب أكسجين حراً للنمو
2- بكتريا لا هوائية Anaerobic لا تتطلب الأكسجين الحر مفضلة النمو في غيابة.
3- اختيارية Facultative يمكنها أن تنمو في وجود الأكسجين أو غيابه.

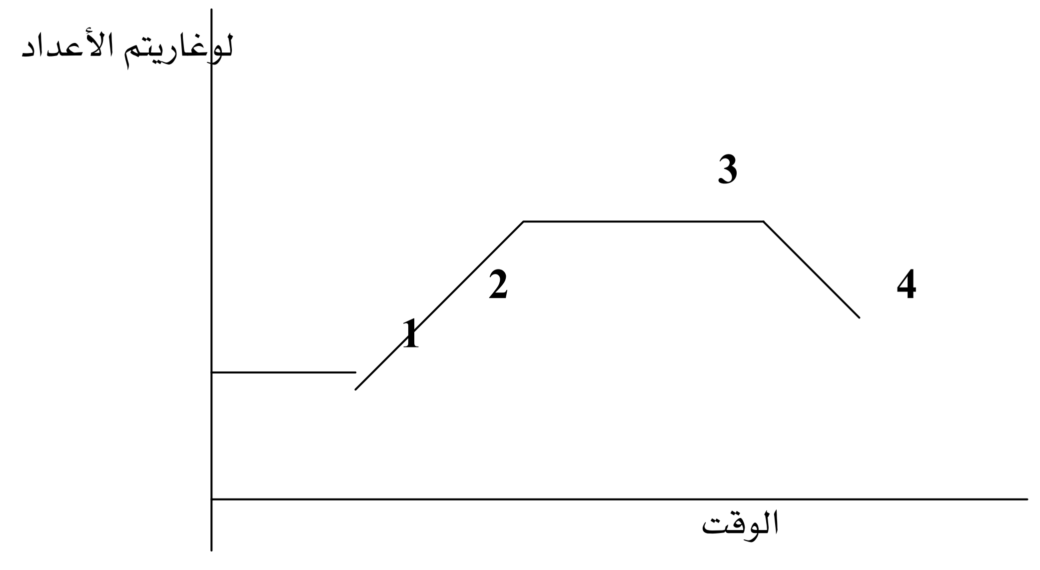
البكتريا التي تتطلب كمية محدودة صغيرة من الأكسجين الحر تسمى Microaerophilic إذا وجدت مركبات مؤكسدة أو مختزلة في البيئة تؤدي لموازنتها إلى مستوى مناسب للبكتريا الهوائية واللاهوائية على التوالي. نترات البوتاسيوم في اللحوم المعالجة يؤدي إلى موازنته على مستوى أعلى عن اللحم غير المضاف إليه النترات. أما إذا اختزلت النترات إلى نتريت فيصبح اللحم منخفضا في جهد الأكسدة والاختزال.

6- **المواد المثبطة** Inhibitors

تؤدى المواد المنتجة أثناء نمو البكتريا عند تراكمها إلى إبطاء أو توقف النمو وقد تكون مثبطة لنشاط غيرها من الميكروبات.قد تحتوى الأغذية الطبيعية على مركبات مثبطة مثل حمض البنزويك في نوع من العناب البرى Cranberries المواد المثبطة المضافة أثناء التصنيع قد توقف نمو معظم الميكروبات أو على الأقل الأنواع الغير مرغوب فيها مثل إضافة البروبيونات للخبز تثبط نمو الفطر والبكتريا المكونة للخيط Ropiness.

وجميع هذه العوامل تؤثر على نمو البكتريا ،وخاصة إذا توفرت جميعها في صورة مناسبة فتنشط البكتريا وتنمو في حالة جيدة، والمنحنى التالي يوضح مراحل نمو البكتريا(شكل12).

منحنى النمو للأحياء الدقيقة:



شكل(12) منحنى نمو الأحياء الدقيقة

1- مرحلة التأقلم Lag phase لا يحدث تكاثر في هذه المرحلة بل نشاط داخلي للتأقلم مع البيئة.

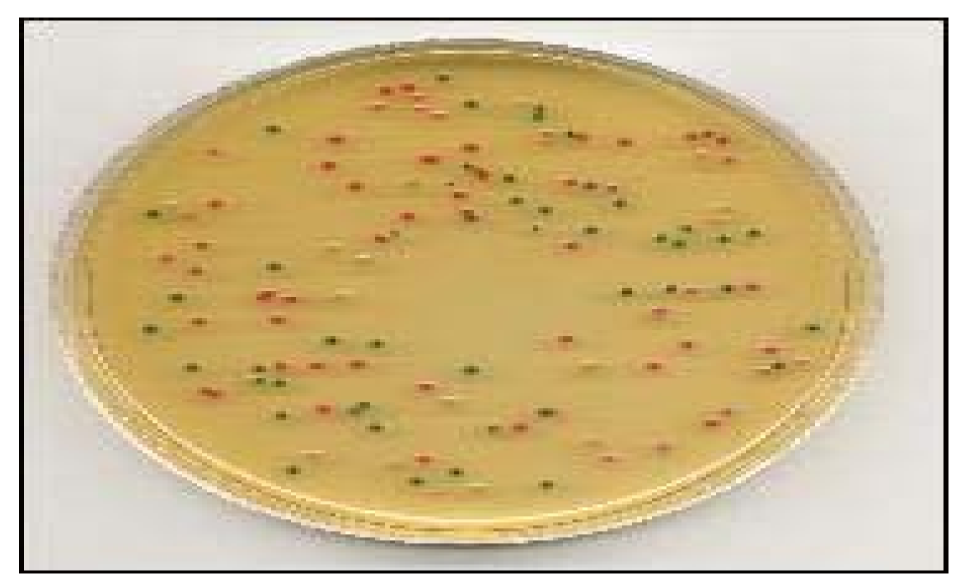
2- مرحلة النشاط اللوغاريتمى Log phade تعتبر مرحلة الانقسام النشط حيث تتزايد الأعداد لوغارتميا طالما الغذاء والظروف البيئية مناسبة وبالتالي يكون النمو سريعاً ومتزايداً.

3- مرحلة الثبات Stationary phase.يقل معدل التكاثر ليتوازن مع معدل موت الخلايا ولذلك يكون النمو ثابتاً.

4- مرحلة الانحلال Decline phase في هذه المرحلة يزيد معدل الموت كثيرا فتقل الأعداد الحية من الخلايا.

الصفات المزرعية للبكتريا

النمو البكتيري داخل الأغذية أو عليها يكون منتشرا بدرجة تكفى لأن تجعل الغذاء غير مرغوب مظهريا، حيث تسبب البكتريا(شكل13) تلوينا غير مرغوب Discoloration على سطح الأغذية،والنمو الغشائي قد يغطي سطح المحاليل،والنمو داخل المحاليل قد يؤدي إلى غيوم أو رواسب غير مرغوبة.



شكل(13)صورة توضح شكل نمو البكتريا على البيئة.

مجاميع البكتريا الهامة في الأغذية

غالباً ما تصنف البكتريا المهمة في الغذاء على أساس الصفات التي تجمع بينها، وليس على التصنيف العام لها كما هو متبع في تقسيم برجي ومن الملاحظ أن بعض أنواع البكتريا يمكن أن تشترك في اثنين أو أكثر من هذه المجاميع المهمة في الأغذية.

1- بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria

تضم كل الأنواع التي لها مقدرة على تخمير السكر وتكوين كمية كبيرة من حمض اللاكتيك, وتضم هذه المجموعة أساسا أفراد العائلتين *Streptococcaceae & Lactobacillaceae* حيث يطلق عليهما بكتريا حامض اللاكتيك الحقيقيةTrue lactic acid bacteria لتمييزهما عن الأنواع التي تكون كميات قليلة من حمض اللاكتيك عند تخمرها للكربوهيدرات مثل الأجناس *Bacillus ،Micrococcus ،Escherichia* ولذلك يطلق على هذه الأجناس بكتريا حمض اللاكتيك الكاذبة Pseudo lactic acid bacteria وتتواجد بكتريا حمض اللاكتيك الحقيقية في الحليب ومنتجاته والنباتات المخللة واللحوم والخضر والفواكه والعصائر والحبوب وفي فم وأمعاء الإنسان تخمر هذه البكتريا اللاكتوز بطريقتين هما :

أ- التخمر المتجانس Homofermentation:

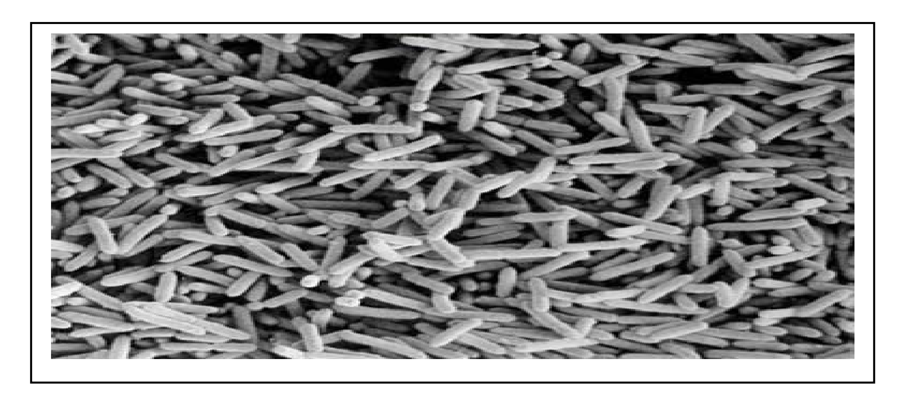
في هذه الطريقة يتحول أكثر من90٪ من سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك ويكون هو الناتج الأساس لعملية التخمر وقد تتكون كميات قليلة من حامض الخليك وحامض الفورميك مع حامض اللاكتيك(شكل14)

ب- التخمر غير المتجانس (المتباين أو المتغاير) Heterofermentation

في هذا النوع من التخمر يتحول 50٪ فقط من سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك و25٪ إلى ثاني أكسيد كربون25٪ إلى حمض خليك أوالايثانول, تنتمي البكتريا المنتجة لحمض اللاكتيك للأجناس التالية : *Streptococcus, Pediococcus. Bacillus , Micrococcus , Escherichia , Lactobacillus*.

2- بكتريا حمض الخليك Acetic acid bacteria

تنتج حمض الخليك كناتج أساسي, تقوم بأكسدة كحول الأيثانول وتحوله إلى خل وأهم جنس يقوم بهذه الأكسدة هو*Acetobacter*(شكل14)



شكل(14) *Acetobacter. sp*

3- **بكتريا حمض البيوتريك** Butyric acid bacteria:

أغلبها لا هوائي متجرثم من جنس *Clostridium* .

4- **بكتريا حمض البروبيونيك** Propionic acid bacteria

أغلبها يوجد في جنس *Propionibacterium* الذي يستخدم كبادئ في تصنيع الجبن السويسري لتعطيه نكهة حامض البريبونيك المميزة حيث تقوم هذه البكتريا بتحويل حامض اللاكتيك المتكون بالجبن نتيجة تخمر سكر اللبن بواسطة بكتريا حمض اللاكتيك إلى حمض بروبيونيك وحامض خليك (تعطي النكهة للجبن) وثاني أكسيد الكربون (يكون الثقوب في الجبن).وهذه الثقوب تسمى بالعيون

5- **البكتريا المحللة للبروتينات** Proteolytic bacteria

وهذه تشمل مجموعة كبيرة من البكتريا التي تفرز أنزيم البروتيونيز Proteinase خارج خلاياها و بذا تحلل البروتينات منها الهوائي المتجرثم مثل *Bacillus cereus* ومنها اللاهوائي المتجرثم مثل *Clostridium sporogenes* ومنها الاختياري غير المتجرثم مثل *Pseudomonas fluorescens* وعموما فإن أنواعا كثيرة من أجناس *Bacillus, Clostridium, Pseudomonas, Proteus* لها القدرة على تحليل البروتينات

بعض أنواع البكتريا المسماة بـ Acid proteolytic لها القدرة على إجراء تخمر حامضي وفي نفس الوقت لها القدرة على تحليل البروتينات مثل *Streptocossus faecalis var. liquefaciens* بعض البكتريا لها القدرة على تحليل البروتين تحت ظروف لا هوائية وتسمى بكتريا تعفنية Putrefactive وينتج عنها مركبات لها رائحة عفنة مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S المركبتان Mercaptans وأمينات, الأندول, أحماض رهنية وأغلب هذه الأنواع من البكتريا تقع في أجناس *Clostridium* (متجرثم) ، *Proteus*، *Pseudomonas* (أجناس غير متجرثمة)

6- **البكتريا المحللة للدهون** Lipolytic bacteria

تشمل مجموعة كبيرة من البكتريا وهي تنتج أنزيم الليبيز Lipase الذي يحلل الدهن تحليلاً مائياً إلى أحماض دهنية وجليسرول ومن الأجناس المحللة للدهون: *Alcaligenes , Serratia, Micrococcus, Pseudomonas, Achromobacter*

7- **بكتريا المحللة للسكريات** Saccharolytic bacteria

هذه البكتريا تحلل السكريات الثنائية أو المعقدة إلى سكريات أبسط مثل *Clostridium butyricum*، *E. coli* وهناك عدد محدود من البكتريا لها القدرة على تحليل النشا Amylolytic حيث يفرز أنزيم

الاميليز خارج الخلايا ويحلل النشا تحليلاً مائياً مثل: *Clostridium butyricum, Bacillus subtilis* كما أن هناك أنواعاً قليلة جداً من البكتريا لها القدرة على تحليل السليولوز تحليلاً مائياً.

8- البكتريا المحللة للبكتين Pectolytic bacteria

من الميكروبات ما يفرز أنزيم البكتينيز Pectinase وبذلك يحلل البكتين وتفقد الأنسجة النباتية صلابتها ويعطي نعومة في الأنسجة Softening of tissues ومن هذه الميكروبات أنواع من أجناس *Clostridium, Erwinia, Bacillus* وكذلك بعض الفطريات

9- البكتريا المعوية Intestinal bacteria

وهذه البكتريا تقع تحت العائلة *Enterobacteriaceae* ولهذه العائلة علاقة كبيرة بالأغذية حيث تلوث أفرادها الأغذية وتسبب فسادها وبعضها يسبب المرض للمستهلك كما أنها تستعمل للدلالة على تلوث المياه والأغذية بمياه المجاري وهذه البكتريا أهم أجناسها:

(أ)بكتريا القولون Coliform bacteria

وتشمل جنسين هما جنس *Escherichia* وجنس *Enterobacte*r وهذه البكتريا تتواجد في أمعاء الإنسان والحيوان ووصولها للأغذية يعتبر دليلاً للتلوث وهذه المجموعة مهمة في الأغذية لما يأتي:

1- تنتج أحماضاً وغازات ومواد ذات طعم ونكهة غير مرغوبة في الأغذية .

2- بعض سلالات جنس *Enterobacter* تنتج مواد صمغية لزجة في الألبان ذلك بسبب تكوينها مواد تدخل في تركيب الحافظة أو العلبة أو الكبسولة

3- تستخدم كأدلة لتلوث الأغذية بالبراز Pollution indicators واحتمال تواجد البكتريا المرضية فيها وخاصة *E. coli*

(ب)جنس Erwinia

هذه البكتريا تفرز أنزيم البكتينيز الذي يحلل البكتين الذي يربط الخلايا النباتية بعضها ببعض وبذلك تتفكك الأنسجة النباتية وهذا ما يؤدي إلى فساد الخضر والفاكهة وما يطلق عليه بالتعفن البكتيري الرخو Soft bacterial rot وأهم أنواع هذا الجنس الذي يسبب هذا الفساد هو *Erwinia carotovora* التي تعزل دائما من الجزر المتعفن بسببها ولهذا اشتق اسمها من اسم الجزر

(ج)جنس Serratia

أهم أنواع هذا الجنس هو *Serratia marcescens* الذي يفسد الأغذية مثل اللحوم والأسماك والأجبان والبيض والخبز بتكوينه بقعا حمراء(Red spots) نتيجة تكون بقعا حمراء كثيرة على الخبز وتحول لون الخبز إلى الأحمر ويسمى الخبز الدموي أو الأحمر Bloody or red bread.

(د)جنس Proteus

هذا الجنس نشط جداً في تحليل البروتين Active proteolytic bacteria ولهذا السبب هو مسئول عن تعفن Putrefaction الأغذية البروتينية مثل اللحوم والبيض والأسماك وغيرها حيث يكون فيها مواد عفنة مثل الأندول والسكاتول وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا وغيرها, أهم الأنواع *Proteus.vulgaris* (شكل15)



شكل(15)الشكل المجهري *Proteus vulgaris*

(هـ)جنس Salmonella

كثير من الأنواع التابعة لهذا الجنس تسبب التسمم الغذائي الذي يطلق عليه السالمنيلوسز Salmonellosis وأنواع أخرى تنتقل بواسطة الأغذية والألبان وتسبب التيفود والباراتيفود كبكتريا *Salmonella typhi* *Salmonella paratyphi A.* , *Salmonella paratyphi B.* أما الأنواع التي تسبب التسمم الغذائي فهي, *Salmonella typhimurium* , *Salmonella Dublin* *Salmonella enteritidis*

(و)جنس Shigella

هذه البكتريا تساهم في التسمم الغذائي الذي يطلق عليه شيجيلوسزShigellosis والنوع *Shigella dysenteriae* يسبب الدوسنتاريا البكتيرية حيث تلوث الأغذية والألبان وينتقل إلى المستهلكين مسبباً لهم هذا المرض .

10- **البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية** Thermophilic bacteria

وهي التي لها درجة حرارة مثلى أكبر من 45°م وهي مهمة في الأغذية المعاملة بالحرارة المرتفعة حيث تسبب فسادها ومن أمثلتها بعض الأنواع من جنس *Bacillus* التي تسبب الفساد الحامضي المسطح في الأغذية المعلبة وكذلك ميكروب *Clostridium thermosaccharolyticum* الذي يسبب الفساد الغازي ومن بكتريا حمض اللاكتيك المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة *Lactobacillus thermophilus*

11- **البكتريا المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة** Psychrophilic bacteria

وهي التي تنمو على درجة حرارة أقل من 15 °م وهي مهمة في الأغذية المبردة وهي توجد أساسا في الأجناس التالية: *Flavobacterium, Achromobacter, Pesudomonas, Alcaligenes* وكذلك قد تضم الأجناس الآتية *Á erobacter, Loctobacillus, Micrococcus*..

12- **البكتيريا المحبة للأملاح** Halophilic bacteria

وهي التي تفضل وجود نسبة عالية من الأملاح المذابة(كلوريدالصوديوم) تتراوح من5- 20٪ لكي تنمو جيدا وتتكاثر. وهذه الأنواع لها أهميتها في الأغذية المملحة والمخللات وأهم الأنواع تقع في الأجناس التالية *Micrococcus, Sarcina, Holobacterium, Pseudomonas* .

13- البكتريا المحبة للضغط الأسموزي المرتفع Osmophilic bacteria

وهي البكتريا التي تنمو في تركيزات عالية من السكر مثل أنواع من جنس *Leuconostoc* والتي تسبب مشاكل كبيرة في عصير السكروز حيث تكون مواد صمغية لزجة تعوق صناعة السكر

14- **بكتريا التسمم الغذائي** Bacteria of food poisoning and infections

منها ما يسبب حالة التسمم نتيجة تناول الإنسان لإفرازاته ا الخارجية. مثل البكتريا الهوائية *Staphylococcus aureus* والبكتريا اللاهوائية *Clostridium botulinium* ومنها ما يكون نفسه مصدراً للعدوى مثل أنواع *Salmonella, Streptococcus* التي لها القدرة في النمو على الغذاء وتسبب تسمم المستهلك لهذا الغذاء نتيجة أكل الميكروب مع الغذاء.

15- **البكتريا المرضية الأخرى** Other pathogenic bacteria

وهذه تنتقل عن طريق الأغذية والمواد الأخرى مثل الملابس والكتب والنقود وخلافها ومن أهمها ميكروبات الحمى المالطية والسل والكوليرا . الخ والأمراض الأخرى.

16- **البكتريا المنتجة للصبغات** Pigmented bacteria

من أهم الأجناس المنتجة للصبغات *Flavobacterium* حيث تعطي صبغات من أصفر إلى برتقالي ، بينما *Serratia* تعطي صبغة حمراء، في حين *Pseudomonas* تعطي صبغة خضراء مزرقة، كما أن *Micrococcus* تعطي صبغات مختلفة الألوان.

17- **البكتريا المنتجة لحالة اللزوجة** Slime or roby bacteria

ومن أمثلتها *Alcaligenes viscosus , Enterobacter aerogenes* وهي تسبب لزوجة اللبن والذي يطلق عليه الحليب الخيطي Roby milk أما *Leuconostoc* فتسبب لزوجة المحاليل السكرية وكذلك بعض أنواع البكتريا الجنس *Lactobacillus & Streptococcus* تجعل الحليب خيطياً أو لزجاً وبعض أنواع الجنس *Micrococcus* تجعل محلول اللحم الملحي لزجاً كما *L. Plantarum* يحتمل أن تسبب الغذاء الخيطي في الفواكه والخضروات ومنتجات الحبوب وفي عصير التفاح , والملفوف (الكرنب) المخلل.

18- **البكتريا المنتجة للغاز** Gas forming bacteria

تنتج الكثير من البكتريا كميات قليلة من الغاز بحيث يكون إنتاجه بطيئاً وفي معظم الأحيان لا يمكن ملاحظته. هذا ما يجري في حالة نمو بكتريا حمض اللاكتيك متغايرة الاختمار. وفي أحوال أخرى فإن الغاز يكون ظاهرا بين الأجناس التي تنتج الغاز خلال النمو فمنها أجناس تنتج ثاني أكسيد الكربون مثل *Propionibacterium, Lactobacillus, Leuconostoc* وأجناس تنتج ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين *Proteus, Bacillus, Clostridium, Enterobacter, Escherichia* وهناك أنواع أخرى من البكتريا تنتج الطعم المر وأخرى تسبب الفسفرة.

الميكروبات الأخرى

بالإضافة إلى البكتريا والأعفان والخمائر هناك ميكروبات أخرى تتواجد في الأغذية وتسبب المرض للمستهلكين منها الريكيتسيا Rickettesia والفيروسات Viruses والطفيليات Parasites

الريكيتسيا تحتل موقعاً وسطاً بين البكتريا والفيروسات فهي تختلف عن البكتريا بصغر حجمها وعدم تمكنها من النمو على البيئات في المعامل ذلك لأنها متطفلة إجباريا Interacellular Obligate Parasites كما أنها اكبر من الفيروسات وقليل منها يمر خلال المرشحات البكتيرية. أهمها بالنسبة للأغذية هو النوع Coxiella burnetii الذي وجدان(50٪) من قطعان الأبقار مصابة به وينتقل إلى اللبن ويقاوم البسترة ويسبب مرض حمى كيو Q-fever للإنسان. وأعراض هذه الحمى تشبه أعراض الأنفلونزا وكان يعتقد أن بكتريا السل هي أكثر بكتريا مرضية غير مكونة للجراثيم تقاوم البسترة وتبعا لذلك اقترح باستير الزمن ودرجة الحرارة لكي يقضى على هذا الميكروب في اللبن.

ولقد سميت الحمى التي تسببها هذه الريكيتسيا بهذا الاسم نسبة إلى المكان الذي اكتشفت فيه في استراليا من قبل الباحث Burnet وهي منطقة Queensland.

بالنسبة للفيروسات كثير من الأغذية تتلوث بها ثم تنتقل إلى الناس وتصيبهم بمختلف الأمراض خاصة فيروس التهاب الكبد الوبائي Infections hepatitis وفيروس شلل الأطفال Poliomyelitis وغيرها علما بأن كثيراً من الأبحاث تشير إلى أن عمليات حفظ الأغذية كالتبريد والتجميد لا تقضى على هذه الفيروسات.

وهناك فيروسات تصيب البكتريا يطلق عليها لاقمات البكتريا Bacteriophages تهاجم البكتريا المستخدمة في الصناعات الغذائية وتقضى عليها خاصة بكتريا حمض اللاكتيك Str.lactis&Str.cremoris'Str.thermophilus

ومن أهم مشاكل صناعة الألبان هي إصابة بادئات الألبان بهذه اللاقمات حيث يصبح البادئ رديئاً وبدوره يؤثر على المنتج كله وهي تقاوم درجات حرارة البسترة ووجد فيروسات تهاجم بكتريا إنتاج الخل وتعطل إنتاجه. كثير من الطفيليات تلوث الأغذية مثل الديدان الثعبانية Trichinella spirali وديدان الأبقار Taenia solium وديدان الخنازير T.soginata وهناك Entamoeba histolytica التي تسبب الدوسنتاريا.

الباب الخامس

مصادر تلوث الأغذية

Food contamination

الغذاء مصدره نباتي أو حيواني والأنسجة الداخلية السليمة لكل من النبات والحيوان خالية خلواً تاماً من جميع الميكروبات، ومن البديهي أن الحيوانات والنباتات المصابة بأمراض بالطبع تحمل الميكروبات المرضية المسببة لها. كما وتحمل النباتات والحيوانات على سطحها الخارجي أنواعاً معينة من الميكروبات ويوجد في الأحشاء الداخلية للحيوانات ميكروبات تطرحها للخارج مع فضلاتها ، وتتعرض المواد الغذائية للتلوث بالأحياء الدقيقة من مصادر طبيعية مختلفة محيطة بها كالإنسان والنباتات والحيوانات والتربة والمياه والهواء كما أنها تتعرض للتلوث أثناء عملية التداول والتصنيع والتسويق.

أولاً : المصادر الطبيعية لتلوث الأغذية هي Food contamination from natural soures

1- **التلوث من النباتات** Contamination from plants

النباتات يوجد على سطحها طبيعيا ميكروبات تختلف أعدادها وأنواعها من نبات لآخر وبصورة عامة هناك بعض أجناس البكتريا تتواجد عادة على أسطح النباتات مثل *Lactobacillus*, *Micrococcus, Alcaligenes, Achromobacter, Pseudomonas, Flavobacterium, Streptococcus*. كما تتواجد أيضا بكتريا القولون وبكتريا أخرى يكون مصدرها التربة والأسمدة مثل *Clostridium &Bacillus* والأعفان وبكتريا مصدرها الماء والهواء أي مصادر تلوث النبات نفسه.

2- **التلوث من الحيوانات** Contamination form animals

جميع الميكروبات التي قد تكون موجودة بالتربة والماء وغذاء الحيوان وروثه والغبار قد تكون موجودة على جلد الحيوان ومن جلد الحيوان قد تنتشر مرة أخرى في الهواء أو على أيدي العمال وملابسهم ثم إلى الطعام وقد تجد هذه الميكروبات طريقها إلى اللحم عن طريق السلخ وهناك كثير من البكتريا المرضية تنتقل من الحيوانات والدواجن إلى الإنسان من خلال لبنها وبيضها والبكتريا التي تتواجد عادة على أسطح الحيوانات وهي , *Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Micrococcus*
Alaligenes , Streptococcus , Aerobacter , Staphylococcus, Escherichia,Clostridium .

3- **التلوث من المجاري** Contamination from sewage

مياه المجاري تحتوي على أعداد هائلة من الميكروبات حيث تتراوح ما بين نصف مليون إلى20 مليون ميكروب في المليلتر الواحد ، فتحتوي على بكتريا مرضية و فطريات وفيروسات وهذه الميكروبات

تكون محللة للبروتين والدهون فتفسد الأغذية عند تلوثها بها . وعند استخدام مياه مجاري غير معاملة في ري وتسميد المحاصيل الزراعية يؤدي ذلك إلى تلوثها بالبكتريا المرضية والمسببة للفساد. كما أن وصول مياه المجاري بدون معاملة إلى الأنهار يسبب تلوث المياه ومن ثم تلوث الأسماك والحيوانات والنباتات المائية.

الميكروبات المتواجدة في مياه المجاري هي *Salmonella, Bacillus Shigella Aerobacter , proteus, Clostridium , Escherichia, Lactobacillus , Pseudomonas ,Staphylococcus , Micrococcus Molds,Yeasts, Viruses, Protozoa .*

4- **التلوث من التربة** Contamination from soil

التربة من أهم مصادر تلوث الأغذية خاصة الأراضي الخصبة وتلك المسمدة بالفضلات الحيوانية وذلك لتوفر الظروف الملائمة لنمو ونشاط الأحياء المجهرية. والأحياء المجهرية التي موطنها التربة تلوث النبات والحيوانات والعاملين وأهم هذه الأحياء المجهرية الموجودة في التربة ما يلي :

Bacillus, Escherichia, Actinomyces, Clostridium, Aerobacter, Streptomyces, Micrococcus, Achromobacter, Streptococcus, Alcaligenes, Proteus, Pseudomonas, Molds, Yeasts, Protozoa

5- **التلوث من المياه** Contamination from waters

المياه نوعان، مياه سطحية كمياه الأنهار والبحيرات والبحار، ومياه جوفية كمياه الآبار والعيون. المياه السطحية تحوي أعداداً كبيرة من الميكروبات عن المياه الجوفية ومياه الأنهار أكثر عددا من مياه البحار نظرا لملوحة مياه البحار بسبب وجود كلوريد الصوديوم الذي يعوق ويمنع نمو كثير من الأحياء المجهرية . ومن الأجناس البكتيرية المنتشرة في المياه هي *Proteus, Pseudomonas, Vibrio, Escherichia, Achromobacter, Bacillus, Aerobacter, Micrococcus* وغيرها والماء المستعمل في التصنيع الغذائي يجب أن يكون صالحاً للشرب خاليا من الميكروبات المرضية والمواد السامة عديم اللون والطعم والرائحة.

والماء مصدر مهم لتلوث الأغذية فغالباً ما تصل بكتريا القولون إلى الحليب عن طريق خزانات ماء التبريد كما أن الأغذية المعلبة أثناء تبريدها بالماء بعد تعقيمها قد تتلوث بالميكروبات نتيجة التنفيس في العلب وعدم دقة لحام العلبة. هذا وعند تأسيس أي مصنع للأغذية يجب أن يؤخذ في الاعتبار مصدر مائي له بعيد عن التلوث وبصورة عامة تؤسس مصانع الأغذية لها وحدة مستقلة خاصة بمعاملة المياه قبل إدخالها في التصنيع للمادة الغذائية.

6- **التلوث من الهواء** Contamination from air

يحتوي الهواء على ميكروبات كثيرة توجد عالقة به وبالغبار العالق به ومن أهمها الميكروبات المرضية التي تصيب الجهاز التنفسي وجراثيم الفطريات والبكتريا والخمائر ، وتتواجد هذه الميكروبات

أثناء الكنس ومن الناس أثناء العطس والتنفس ويتأثر المحتوى الميكروبي في الهواء بأشعة الشمس والرياح والرطوبة وكمية التربة العالقة والموقع بالنسبة للمنطقة السكنية ومصادر التلوث . فأعلى الجبال تكون أعداد الميكروبات أقل بينما يكون أعدادها هائلة في الجو المترب . وهواء مصانع الأغذية يكون محملاً بالميكروبات المستخدمة في ذلك المصنع ففي مصنع الخميرة تنتشر الخميرة في هوائه وفي مصانع الألبان تنتشر بكتريا اللبن والبكتريوفاج في هوائها .وتستعمل مصانع الأغذية طرقاً مختلفة لمعاملة الهواء قبل دخوله إلى جو المصنع مثل الترشيح والمعاملات الكيميائية والحرارة والإشعاع و أكثرها شيوعاً استعمال مرشحات الهواء وبعض المصانع تستعمل مصابيح الأشعة فوق البنفسجية لتعقيم هواء المصنع هذا ويفضل عدم استعمال مبردات الهواء ذلك لإدخالها الهواء الملوث من خارج المصنع إلى داخلة ويفضل, استعمال مكيفات الهواء بدلاً منها .

ثانياً :تلوث الأغذية أثناء التداول والتصنيع

Contamination of foods during handling and processing

المواد الغذائية المختلفة تحمل أعداداً من الميكروبات من مصادرها الطبيعية وأثناء جنيها وتجميعها ونقلها وتصنيعها وتسويقها تضاف أعداد أخرى من الميكروبات التي قد تسبب فسادها أو تجلب المرض للمستهلكين. فالأغذية النباتية كالحبوب والخضر والفواكه تتلوث من قبل العمال والسلال والصناديق التي توضع فيها ومن عربات النقل والأدوات التي تستعمل في تصنيعها ولهذا يجب أجراء بعض المعاملات للتقليل من هذا التلوث كالتبريد أثناء النقل والغسل بمحاليل مطهرة وفرز الأجزاء التالفة والفاسدة والتخلص منها . كما يجب عدم تعريضها للتلف الميكانيكي الذي يزيد احتمال دخول الأحياء المجهرية إليها وإفسادها ، وفي المصنع السكاكين والمناضد والماء المستخدم لغسلها والأكياس والعاملون وفي الدكاكين أدوات الوزن وأرضية الدكان وغير ذلك كلها مصادر لتلوث الأغذية.

بالنسبة للأغذية الحيوانية كاللحم أثناء ذبح الحيوان وتقطيع لحمه يتلوث من الجلد والحوافر والأحشاء ومن أيدي العمال والسكاكين وأرضية المسلخ وماء غسل اللحم . وبعد الذبح تكون مصادر التلوث عربات النقل والقماش الذي تلف به اللحوم وفي محل الجزار السكاكين والميزان وهواء وأرضية الدكان وأرومة الخشب الموجودة لتقطيع اللحوم عليها ومفارم اللحم والأكياس زيادة على تواجد الحيوانات كالكلاب كلها تساهم في تلوث اللحم

بالنسبة للحليب ومنتجات الألبان يكون التلوث بواسطة آلة الحلب أو أيدي الحلابين ومن جلد البقرة ومن أرضية الحظيرة والأوعية التي تستقبل الحليب وكذلك الحشرات والذباب وهواء الحظيرة وفي المصنع من العاملين والأدوات المستخدمة في التصنيع والمياه الداخلة في التصنيع وأثناء النقل وفي دكاكين

البائعين ومصادرأخرى للتلوث ولغرض الحفاظ على منتجات جيدة وصالحة للاستهلاك يجب إتباع الشروط الصحية الصارمة لمنع تلوثها من قبل العاملين والأدوات المستخدمة في التصنيع والنقل والبيع والاعتناء بنظافة المصنع والمخزن ودكاكين البيع. الجدول التالي يبين الأعداد القياسية من الأحياء الدقيقة التي تتواجد في الأغذية(جدول- 1).

جدول(1) يوضح بعض الأعداد القياسية المقترحة من الأحياء الدقيقة في الأغذية

م	اسم المادة الغذائية	نوع الأحياء الدقيقة	العدد المسموح به لكل جم من الغذاء
1	اللحم المبرد والمجمد	Salmonella العدد الكلي	0 $10^{6}-10^{5}$
2	اللحم المفروم المجمد	Salmonella العدد الكلي	0 10^{6}
3	الدجاج المجمد	Salmonella العدد الكلي	0 10^{5}
4	الأسماك الطازجة والمجمدة	بكتريا القولون المعوية Staphylococcus العدد الكلي	10^{3} 4
5	الخضروات الطازجة(تؤكل بدون طبخ)	بكتريا القولون Salmonella	10^{6} 0
6	الخضروات المبردة أو المجمدة(بدون طبخ)	E. coli Salmonella	10 0
7	الفواكه المجففة(التمر- التين)	E. coli	10^{3}
8	الطحين	الأعفان سبورات البكتريا B. cereus C. perringens	10^{3} 10^{2} 10^{2} 10^{2}

أسئلة

س1:ضع خطا تحت الإجابات الصحيحة :

كان الإنسان ضاريا ومن أكلة اللحوم (منذ 2000 سنة – منذ مليون سنة)

صناعة الفخار جاءت إلى أوروبا (من الشرق الأوسط – من الشرق الأقصى)

أول من استأنسوا الحيوان (الأوربيون – السومريون)

برع الرومانيين في حفظ اللحوم (منذ 5000 سنة – منذ 1000 سنة)

بداية صناعة المعلبات المعروفة (سنة 1910م – 1810م)

طريقة البسترة عرفت (سنة 1960م –1880م)

السماح باستعمال بنزوات الصوديوم كمادة حافظة (1805 – 1905 م)

اختراع طريقة التجميد السريع في ألمانيا (1816 – 1916 م)

أول استعمال لمخازن معدلة الهواء لحفظ التفاح (1828 – 1928 م)

استعمال المضاد الحيوي النيزين في صناعة الجبن (1854 م – 1954 م)

تم اكتشاف فعل الخميرة (1936 م – 1836 م)

أوضح باستير أن تخمر اللبن ناتج من ميكروبات بداخله (1957 م – 1858 م)

أول دراسة على فساد وتحلل البيض ميكروبياً (1973 م – 1873 م)

اكتشاف ميكروب التسمم البوتيوليني كان سنة (1796 م – 1896 م)

تم اكتشاف السموم الفطرية الافلاتوكسين سنة (1860 م – 1960 م)

س2:ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات الآتية:

( ) الفطر يحتوي على الكلوروفيل.

( ) الفطر هوائي.

( ) يحتاج الفطر إلى كميات كبيرة من الرطوبة أكثر من الميكروبات الأخرى.

( ) يتوقف نمو الفطر إذا وصلت الرطوبة إلى أقل من 14٪.

( ) معظم الفطريات تحب درجة الحرارة العالية للنمو.

( ) بعض أنواع من الفطريات تعيش على درجات حرارة التجميد من- 5 إلى –10°م.

( ) ينمو الفطر بصورة طبيعية في الأوساط القلوية.

( ) حمض السوربيك يثبط نمو الفطريات.

( ) فطر *Asp. flavus* يستخدم في تحويل النشا إلى سكريات بسيطة.

( ) فطر *P. notatum* يسبب عفن الخبز الأسود

( ) فطر *Asp. niger* يستخدم لإنتاج حمض الستريك.

( ) فطر *P. italicum* يستخدم في إنضاج الجبن جاميلوست.

( ) فطر *P. camemberti* يستخدم لإنتاج المضاد الحيوي البنسلين.

( ) فطر *M. roxii* يستخدم لإنضاج جبن الريكفورت.

( ) فطر *R. nigrificans* ينمو على منتجات الألبان مرتفعة الحموضة.

( ) فطر *Asp. fisheri* يسبب التعفن الأحمر للخبز

( ) فطر *T. elegans* يسبب فساد الفاكهة والخضر ونموه أخضر اللون.

( ) فطر *A. citri* يسبب تعفن البرتقال ولون نموه أزرق.

( ) فطر *Asp. repens* يسبب تعفن الحمضيات (الموالح).

( ) الخمائر مهمة في صناعة الخبز

( ) الخمائر تقوم بتحويل المحاليل السكرية تحت ظروف لا هوائية إلى كحول

( ) تحتاج الخمائر إلى رطوبةأكبر من الفطريات.

( ) الخمائر تنمو في درجات الحرارة المعتدلة

( ) تنمو الخمائر في وسط حامضي.

( ) الخمائر منها الهوائي ومنها اللاهوائي

( ) يطلق على النوع *S. cerevisiae* خميرة الخباز.

( )*S. cerevisiae* يستخدم في صناعة الحلوى لاحتوائه على أنزيم الانفرتيز

( )*S. cerevisiae* تستخدم في إنتاج الكحول والنبيذ والجليسرين

( ) جنس *Zygosaccharomyces* تفسد العسل والدبس والعصائر المركزة

( ) الخمائر الغشائية تؤكسد الأحماض والسكر وتحولها إلى ثاني أكسيد كربون وماء.

( ) الخمائر القاعية تقوم بتحويل السكر إلى كحول

( ) جنس *Debaromyces* من الخمائر التي تنمو في تركيز عال من الملح .

( ) جنس *Hansenule, Pichia* تتحملان تراكيز عالية من الكحول فتؤكسده

(   ) جنس *Candida utiles* يستخدم في إنتاج البروتين وحيدة الخلية

(   ) جنس *Candida* يستخدم في إنضاج الأجبان مثل الجبن الأزرق.

(   ) جنس *Rhodotorula* يكون بقعا وردية اللون على الأغذية مثل اللحوم.

(   ) *Torulopsis kefir* يستخدم في صناعة اللبن المتخمر الروسي الكفير.

(   ) بكتريا حمض اللاكتيك تضم أفراد العائلتين *Lactobacillaceae, Streptococcaceae*

(   ) بكتريا حمض اللاكتيك الكاذبة تضم أجناساً *Micrococcus, Bacillus, Escherichia.*

(   ) تتواجد بكتريا حمض اللاكتيك الحقيقة في الحليب ومنتجاته

(   )التخمر المتجانس هو تحويل 90٪ من السكر اللاكتوز إلى حمض لاكتيك

(   ) جنس *Propionibacterium* يقوم بتحويل حمض اللاكتيك في الجبن السويسري إلى حمض بروبيونيك وحامض خليك وثاني أكسيد الكربون التي تكون العيون في الجبن

(   )أجناس *Pseudomonas, proteus, clostridium, Bacillus* تفرز أنزيم البروتيونيز فتحلل البروتين

(   )أجناس *.seudomonas, Achromobacter, Alcaligenes, Serratia, Micrococcus* تنتج أنزيم الليبيز الذي يحلل الدهن تحليلاً مائياً

(   ) *.Clostridium butyricum, Bacillus subtilis* يفرزان أنزيم الاميليز خارج خلاياهم فيحلل النشا تحليلاً مائياً إلى سكريات بسيطة

(   )جنس *Erwinia* يفرز أنزيم البكتينيز فيسبب العفن الطري للخضروات الورقية

(   ) بكتريا القولون تشمل جنسين هما*Enterobacter, Escherichia.*

(   ) بكتريا القولون إذا وجدت في الأغذية يدل هذا على تلوث الأغذية ببراز الإنسان أو الحيوان

(   ) وجود بكتريا القولون يستخدم كدليل لاحتمال وجود بكتريا مرضية

(   )*Erwinia carotovora* تسبب التعفن البكتيري الرخو في الخضروات وتعزل من الجزر المتعفن ولذا سميت باسمه

(   )*Serratia marcescens* يفسدالأغذية بتكوينه بقعا حمراء نتيجة تكون صبغة داخلية حمراء

(   )جنس *Proteus* يحلل البروتين وهو المسئول عن تعفن الأغذية البروتينية مثل اللحوم والأسماك حيث يكون مواد عفنة مثل الأندول والسكاتول وكبرتيد الهيدروجين والأمونيا

(   ) جنس *Salmonella* يسبب التسمم الغذائي الذي يطلق عليه السالمنيلوسز

(   )جنس *Shigella* يسبب التسمم الغذائي شيجيلوسز

(   )جنس *Shigella dysenteriae* يسبب الدوسنتاربا البكتيرية

(   )*Lactobacillus thermophilus* من بكتريا حمض اللاكتيك المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة

(   )*Clostridium thermosaccharolyticum* يسبب الفساد الغازي في المعلبات

(   )أجناس *Micrococcus, Sarcina,Holobacterium* و*Pseudomonas* لها أهميتها في الأغذية المملحة

(   )جنس *Leuconostoc* ينمو في المحاليل السكرية المركزة ويسبب لزوجتها ومخاطيتها

(   ) التسمم الغذائي ينتج من تناول الإنسان لإفرازات بعض الميكروبات أو لتناوله المكروب نفسه أثناء الأكل

(   ) *Clostridium botulinum, Staphylococcus aureus* يفرزان توكسينات خارجية وعند تناول الإنسان لها مع الأكل يحدث التسمم الغذائي

(   )أنواع من جنسي *Salmonella, Streptococcus* لهما القدرة على النمو على الغذاء وعند تناول الإنسان لمثل هذا الغذاء الملوث بها يحدث التسمم ويسمى هذا النوع من التسمم تسمم بالعدوى

(   )جنس *Flavobacterium* يعطي صبغات من أصفر إلى برتقالي

(   )جنس *Serratia* تعطي صبغة حمراء

(   )جنس *Micrococcus* تجعل محلول الملح للحوم لزجاً

(   )جنس *Alcaligenes viscosus* تسبب لزوجة الحليب و يطلق عليه الحليب الخيطي

(   )جنس *Lactobacillus plantarum* تسبب الغذاء الخيطي في الفواكه والخضر ومنتجات الحبوب.

(   )أجناس*Propioni, Lacto, Lencon,* تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون.

(   )أجناس *Bacillus, proteus., Enterobacter, Escherichia Lactobacillus.* تنتج ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين.

س4: عدد المصادر الطبيعية لتلوث الأغذية.؟

س5: تكلم بالتفصيل عن كل مما يأتي:

(أ) التلوث من المجاري

(ب) التلوث من التربة .

س6: تكلم عن التلوث أثناء التداول والتصنيع تفصيلياً.؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

التسمم الغذائي

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع التسمم الغذائي، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن وجودها.

الأهداف:

1- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع التسمم الغذائي.

2- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 98٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة:

1- استخدام اللوحات الإرشادية.

2- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

1- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذة الكائنات الحية.

2- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية.

التسمم الغذائي
Food Poisoning

يحدث التسمم الغذائي لملايين البشر يوميا وغالباً ما يكون خفيفاً بدون ظهور حالات مرضية جديدة كما لا توجد إحصائيات سليمة لهذه الأنواع من التسممات وقد يعزى حالات كثيرة من التسممات على أنها إصابة بالبرد أو الأنفلونزا.

يحدث التسمم الغذائي للإنسان عن طريق الغذاء الذي يتناوله والذي يحتوي أحد مسببات المرض الثلاثة التالية:

1. مسببات ميكروبيولوجية (بكتريا, فطريات, فيروسات, بروتوزوا, وطفيليات أخرى).
2. مسببات كيماوية (مركبات الزئبق , الزرنيخ, الرصاص وغيرها).
3. التسمم عن طريق تناول بعض أنواع النباتات السامة مثل الفطر والدا تور أو عن طريق تناول لحوم بعض الأسماك الاستوائية والدببة القطبية وغيرها من الحيوانات.تؤكل في المناطق القطبية

وأهم مسببات التسمم الغذائي للإنسان وأكثره انتشاراً هو التسمم الغذائي الميكروبي ويقسم هذا النوع من التسمم إلى مجموعتين رئيستين وذلك حسب طبيعة التسمم الذي يحدث وهما:

أ- التسمم الغذائي الذي يحدث عن طريق العدوى الميكروبية

ويحدث ذلك بعد تناول طعام ملوث ببعض أنواع البكتريا أو الطفيليات الحية والتي تتكاثر في أمعاء المستهلك لهذا النوع من الطعام وتسبب له المرض ومن أهم الأمثلة المعروفة لهذا النوع من التسمم هو:-

1- التسمم السالمونيلي Salmonellosisوالذي تسببه أنواع من بكتريا *Salmonella*.

2- التسمم الغذائي الشايجيللي والذي تسببه بكتريا *Shigella desnteriae*

3- التسمم الذي تسببه بكتريا Clostridium perfringens ومجموعة Bacillus cereus.

3- ومن أمثلة عدوى الطفيليات هو مرض الدوسنتاريا الأميبية والذي يسببه طفيل *Entamoeba histoltica*.

ب- التسمم الغذائي الذي يحدث عن طريق تناول السم الميكروبي

وذلك بعد تناول الأغذية إلتي تحوي سماً (توكسينا) سبق وأن أفرزته بعض أنواع البكتريا أو الفطريات في الغذاء قبل تناوله. وأن دخول البكتريا أو الفطريات التي تفرز السم ذاتها إلى الجهاز الهضمي وحتى بأعداد كبيرة بدون السم قد لا تسبب التسمم. وأهم الأمثلة المعروفة على هذا النوع من التسمم هو:

1- التسمم البوتيوليني Botulism الذي تسببه بكتريا *Clostridium botulinum*

2- التسمم الغذائي العنقودي الستافيللي *Staphylococci* الذي تسببه البكتريا المرضية *Staphylococcus aureus* والتسمم بسم الافلاتوكسين Aflatoxin أحد أهم أنواع السموم الفطرية Mycotxins والذي تفرزه أنواع من فطر *Aspergillus flavus* وفطر *Penicillium expansum* وسنقتصر على نوع واحد من كل نوع من أنواع التسممات .

أولا :التسمم الغذائي بالعدوى

(التسمم الغذائي السالمونيللي)

يحدث التسمم الغذائي السالمونيللي بعد تناول عدد معين من الخلايا الحية من البكتريا التي تسبب هذا التسمم عن طريق الغذاء بالنسبة للإنسان وعن طريق العلف بالنسبة للحيوانات. ويعتبر التسمم الغذائي السالمونيللي من أهم أنواع التسمم الشائعة الانتشار لدى الإنسان وذلك بسبب كثرة حدوثه وخطورته وهو يزداد سنويا حيث يعزى زيادته إلى زيادة السكان وازدياد الحاجة لتناول وجبات طعام أكثر في المحلات العامة وهذا يتطلب زيادة في تداول الأغذية صناعياً من قبل العمال مما أدى إلى قلة الاهتمام بنظافة وحفظ الأغذية في كثير من تلك المجالات.

البكتريا التي تسبب التسمم السالمونيللي

البكتريا التي تسبب التسمم السالمونيللي تسمى *Salmonella* وهي أحد أجناس العائلة *Enterobacteriaceae* التي سبق شرحها. ومن أهم الأنواع التي تسبب التسمم *S. Typhi* حيث يكفي خلية حية واحدة لحدوث التسمم وهناك أنواع أخرى كما هو مذكور بالجدول التالي:

جدول(2) يوضح أعداد ونوع البكتريا المسببة للتسمم

نوع البكتريا	عدد الخلايا اللازمة لتسبب التسمم
S. melegridis	7- 10مليون
S. newport	152000
S. bareilly	125000
S. anatum	44.5- 67.2مليون
S. derby	15مليون
S. typhi	خلية حية واحدة

ويتوقف عدد الخلايا الحية اللازمة لحدوث التسمم على عاملين رئيسين هما نوع البكتريا وعمر الإنسان (حيث أن أعداد البكتريا اللازمة لإحداث المرض للأطفال والمسنين تكون أقل كثيرا مما هو مبين في الجدول أعلاه).

خصائص بكتريا التسمم السالمونيللي

البكتريا *Salmonella* من النوع الخضري أي لا تكون جراثيم داخلية، عصوية الشكل ، سالبة لجرام ، متحركة بأسواط على كل الخلية من النوع Peritrichous(شكل 16) وتفضل النمو والتكاثر في وجود الأكسجين ولكنها تنمو أيضا بانعدامه.



شكل(16) الشكل المجهري لبكتريا *Salmonella typhi*

درجة الحرارة المثلى لنموها37°م, و لا تنمو مطلقاً على درجة أقل من6°م وتعتبر درجة الحرارة هذه ذات أهمية بالنسبة لحفظ الأغذية ومنع هذه البكتريا من النمو والتكاثر فيها, ودرجة الحرارة والوقت اللازمين للقضاء على بكتريا التسمم السالمونيللي هي66°م لمدة12 دقيقة.

درجة الحموضة المثلى لنموها هي المتعادلة أي pH=7 وقد وجد أن الأغذية ذات الـ 5.5pH- 5.7 يكون نمو وتكاثر هذه البكتريا محدودا.

أعراض التسمم

تدخل البكتريا الحية إلى الجهاز الهضمي حيث تتكاثر في الأمعاء وتتسبب بالتهابات بسيطة في الأنسجة المخاطية للمعدة والأمعاء أو قد تحدث أمراض شديدة قد تؤدي بحياة المصاب بعد الدخول إلى

الجهاز الهضمي يعتقد أن البكتريا تبدأ في التكاثر في الأمعاء وتنفذ بين الأغشية الليمفاوية حيث تصيب الطحال والكبد ومن الكبد إلى الغدة الصفراء التي تعتبر وسطا جيدا لنمو البكتريا وأخيرا تنفذ إلى الدم. وقد تصاب الأمعاء ثانية بواسطة الغدة الصفراء التي تحوي البكتريا التي تصب في الأمعاء تبدأ أعراض التسمم بآلام معدية معوية, دوخة أو دوار ، تقيئ وإسهال وارتفاع في درجات حرارة الجسم ثم يليها آلام في الرأس وقشعريرة التي يعتقد أن سببها هو القضاء على البكتريا من قبل كرات الدم البيضاء. ويشعر المريض بتعب شديد وعطش بسبب فقدان رطوبة الجسم عن طريق الإسهال والقيء, وأخيراً يكون البراز لونه أخضر ذا رائحة كريهة تشبه رائحة الطيور المتعفنة . تظهر الأعراض بعد 6- 24 ساعة من دخول الأعداد الكافية من البكتريا الحية إلى الجهاز الهضمي, وفي حالات قليلة قد تظهر الأعراض بعد 3ساعات فقط أو تطول تلك الفترة إلى 72ساعة ذلك حسب العوامل التي تسبب التسمم. تختلف فترة الحضانة لمرض التيفود والتي تتراوح ما بين7- 21 يوم.

تتراوح فترة المرض بهذا النوع من التسمم ما بين5أيام إلى عدة أسابيع ذلك يعتمد على مدى فعالية العلاج والإجراءات الصحية المتخذة , وأشد مرحلة مرضية تكون ما بين 2- 3 يوم وبعدها يتماثل المريض للشفاء عادة وبدون مضاعفات مرضية أو قد يحدث التماثل للشفاء خلال 2- 6 أيام من ظهور الأعراض المرضية الشديدة ونسبة الوفيات بسبب التسمم السالمونيللي هي أقل من 1٪.

وقد وجد أن نسبة الذين أصيبوا بالتسمم السالمونيللي والذين يحملون البكتريا لمدة أسابيع إلى أشهر تتراوح ما بين2- 5٪ بينما يحمل من أصيب بحمى التيفود البكتريا لمدة سنوات أو على فترات متقطعة خلال حياته

وفي التسمم السالمونيللي يكون البالغون الأصحاء أكثر مقاومة للمرض من الأطفال والشيوخ خاصة التي تتجاوز أعمارهم60عاماً وتكون الإصابة بينهم أطول وأشد

الأغذية ذات العلاقة بالتسمم السالمونيللي

جميع الأغذية تقريباً وخصوصاً عندما تترك تحت الظروف الملائمة لنمو وتكاثر هذه البكتريا وأقل الأغذية احتواء لهذه البكتريا ونقلها هي الفاكهة وأكثر الأغذية المسئولة عن نقل هذه البكتريا هي تلك من المصادر الحيوانية فلحوم الخنزير ومنتجاته أكثرها ثم الدواجن ثم البيض ومنتجاته ثم لحوم الأسماك والقواقع واللبن المجفف والأسماك المدخنة والكيك المحتوي على البيض الطري أوالجا ف وللأسف لا يمكن معرفة الغذاء إذا ما كان ملوثاً من عدمه لأنه لا يظهر عليه تغيير في اللون أو الطعم أو الرائحة

الوقاية والعلاج من التسمم السالمونيللي

أفضل أساليب العلاج هو الوقاية من انتشار البكتريا المسببة للمرض وذلك بواسطة اتخاذ أفضل أساليب العناية بالنظافة على المستوى الفردي والجماعي واتباع الطرق الفعالة لمنع تلوث البكتريا لمصادر الأغذية والشرب ويقترح اتباع الأساليب الوقائية التالية:

1. النظافة والتعقيم في كافة مراحل تداول وتصنيع الأغذية والعلف ومياه الشرب.
2. القيام بحملات تثقيفية للعمال وربات البيوت وكل من له علاقة بتداول الأغذية وتصنيعها بالنسبة للنظافة والتعقيم وأهميتها ومن ثم الطرق السليمة لحفظ الأغذية الجاهزة للاستهلاك منها والطرية.
3. منع تربية الكلاب والقطط وغيرها من الحيوانات داخل المنازل ويجب القضاء على الضار منها. منع تربية الدواجن والأغنام والأبقار وغيرها من الحيوانات الاقتصادية في المنازل خاصة داخل المدن لأنها تعتبر مصدراً خطراً لنقل هذه البكتريا إلى الأغذية ومياه الشرب عن الطريق الذباب والبعوض والفئران وغيرها.
4. تعريض الأغذية الطازجة (عدا الفواكه وبعض الخضروات) على درجات حرارة عالية ووقت كاف لضمان القضاء على بكتريا التسمم السالمونيللي وغيرها من البكتريا المرضية ومن الضروري تسخين الأغذية المطبوخة سابقاً والمتروكة لعدة ساعات تحت ظروف ملائمة لنمو تكاثر البكتريا التي قد لوثت الغذاء ثانية بعد طبخه. وبصورة عامة يقضى على بكتريا هذا النوع من التسمم بدرجة حرارة 66°م لفترة لا تقل عن12ق أو61°م لفترة78–83ق.
5. يمنع من أصيب بمرض حمى التيفود أو من أصيب بالتسمم السالمونيللي أو من كان حاملاً لهما (إلا بعد فحصة وثبوت سلامته من بكتريا السالمونيللاً) من العمل في مجالات تداول الأغذية وتصنيعها.
6. تحفظ الأغذية المختلفة الطازجة والجاهزة للاستهلاك في الثلاجات على درجة 6°م أو أقل لأن هذه الدرجة وجدت أنها تمنع نمو بكتريا التسمم. أو تجفف للحد الذي لا تتمكن البكتريا من النمو أو التكاثر فيه أو تحفظ بالتمليح أو التسكير لزيادة الضغط الأسموزي خارج خلايا البكتريا أو تخلل أو تعلب أو يمنع نمو البكتريا بإضافة مادة حافظة كيميائية أو مضاد حيوي وأحدث الطرق لحفظ الأغذية هي استخدام الإشعاع الذري لأشعة جاما بجرعة تتفاوت ما بين120.000 إلى250.000 Rad .

العلاج: إجراء الفحوصات اللازمة والتأكد من البكتريا التي تسبب التسمم وذلك عن طريق فحص البراز أو أخذ مسحة من داخل الشرج وفي الحالات التي تكون فيها الإصابة شديدة وطويلة يكون بالإمكان إجراء الفحوصات لإيجاد البكتريا في الدم أو البول أو النخاع وحتى في القيء

1. أحيانـاً.استـخدام العقـاقير الطبيـة وأكثرهـا فعاليـة هـي المـضادات الحيويـة مثل,Chloramphenicol
2. Streptomycin &Tetracycline وقد وجد أن المضادات الحيوية هذه لا تقضي على البكتريا في الأشخاص الذين يحملون الميكروب ولا تظهر عليهم أعراض المرض.

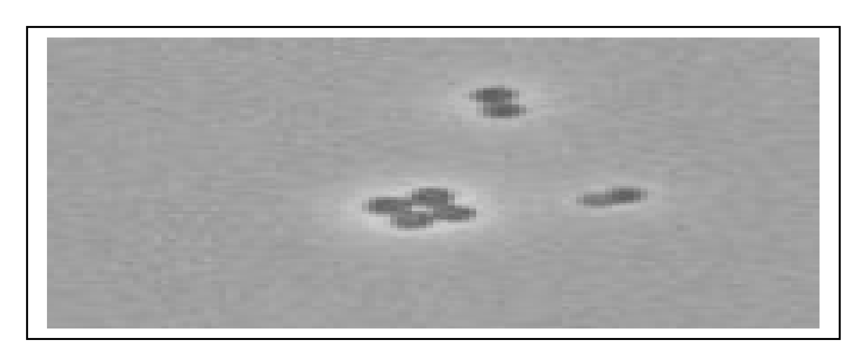
ثانيا :التسمم الغذائي بالسم البكتيري

التسمم الغذائي العنقودي (الستافللي) Staphylococci food poisoning

تتواجد البكتريا التي تسبب هذا التسمم في حنجرة وبلعوم الإنسان وعلى شكل دمامل وبثرات حمراء على جلده بالإضافة إلى تواجد هذه البكتريا في السائل الأنفي أثناء الإصابة بالزكام يعتبر التسمم الغذائي الستافللي من أكثر أنواع التسمم انتشاراً.في هذا النوع من التسمم تنمو البكتريا المسببة في الأغذية وتفرز السم من النوع Enterotoxin فيها ويحدث التسمم بعد تناول الإنسان لتلك الأغذية, ومن المشاكل المتعلقة بهذا النوع من التسمم أن الأغذية التي تحتوي على مئات الملايين من البكتريا المسببة للتسمم في الجرام الواحد لا يظهر عليها تغيرات واضحة في النكهة والطعم والمظهر الخارجي، بذلك تكون الأغذية الجاهزة للاستهلاك والمتروكة فترة ساعات عديدة تحت الظروف الملائمة لنمو البكتريا وإفراز السم تكون مصدراً خطراً لتسمم الإنسان, ويعتبر وجود هذه البكتريا في الأغذية كاشفا أو دليلاً على تلوث هذه الأغذية بسعال وعطس وأيدي العاملين بتداولها بعد تصنيعها.

البكتريا التي تسبب التسمم العنقودي

تنتمي هذه البكتريا إلى جنس *Staphylococcus* والنوع المرضي المسئول عن إحداث التسمم والدمامل والبثرات الجلدية ومرض التهاب الضرع في الأبقارMasititis هو*Staphylococcus aureus* ويفرز عددا من السموم التي يرمز لها(A)(B),(C),(D),(E), فبعض أنواع من هذه البكتريا تنتج أكثر من سم واحد شكل البكتريا كروي أو بيضاوي,غير متحركة وتظهر على هيئة تجمعات عنقودية أو على شكل أزواج أو في صورة سلاسل صغيرة, موجبة لصبغة جرام, تنمو في وجود الأكسجين الحر أو تنمو كذلك بانعدامه ولذلك تعتبر هوائية اختيارية(شكل17)



شكل(17)الشكل المجهري لبكتريا *Staphylococcus aureus*

العوامل التي تؤثر على نمو البكتريا وإنتاج السم

1- درجة الحرارة

تنمو وتنتج السم على درجات حرارة تتراوح ما بين 19 – 35°م والحد الأدنى لنمو البكتريا فقط يتراوح ما بين6–10°م والحد الأعلى يتراوح ما بين44–46°م وتبدأ في الموت عنددرجةحرارة49°م ويمكن القضاء عليها في الأغذية (بتركيز مليون بكتريا لكل جرام أو سم^3) بالمعاملة على درجة حرارة 66°م لمدة12دقيقة

2- قيمة الحموضة pH

تفضل البكتريا النمو والتكاثر في الوسط الغذائي المتعادل (pH=7) وتنمو ببطء في 4.7pHكحد أدنى، 9.45 كحدأعلى أما بالنسبة لإفراز السم فقد وجد أن pH الوسط الغذائي يجب أن لا يقل عن5.15 أو يزيد عن 9.

3- نسبة كلوريد الصوديوم

تنمو البكتريا بوجود نسبة 5- 10٪ ملح الطعام وتنمو جيداً ولكن بدون إنتاج السم في نسبة 7.5 ولا تنمو في نسبة15- 20٪

أعراض التسمم

تبدأ أعراض التسمم المرضية بعد فترة تتراوح ما بين 1/2 – 7 ساعات غالباً ما تظهر بفترة 2- 4 ساعات بعد تناول الأغذية التي تحتوي على السم. وتبدأ الأعراض على هيئة زيادة في سيلان اللعاب ويلي ذلك غثيان النفس ثم تقيؤ وآلام تشنجية في المعدة والأمعاء ويلي هذه الأعراض إسهال وإنهاك في القوى. وقد تكون الحالة المرضية خفيفة أوحادة و يعتمد ذلك على كمية السم المتناولة. وعلى مناعة الشخص. وفي الحالات الحادة يحدث جفاف في سوائل الجسم وقد يقترن مع الإسهال والقيء خروج الدم وآلام شديدة في

الرأس وقشعريرة ولكن بدون حمى فترة المرض عادة تستمر لساعات ولا تطول أكثر من1- 2يوم وغالباً ما يشفى المريض بدون مضاعفات مرضية جانبية

الأغذية ذات العلاقة

تنمو البكتريا التي تسبب هذا التسمم في كافة الأغذية الملائمة لنموها من حيث احتوائها على الرطوبة المناسبة والأكسوجين وما تحتاجه البكتريا من عناصر غذائية. وتتحمل البكتريا النمو والتكاثر في وجود نسب معينة من الأملاح وقلة الرطوبة والأكسجين.

الأغذية التي تعتبر مسئولة عن تسبب التسمم هو:

1- لحوم الخنزير ومنتجاته نظراً لاحتوائها على حوالي من2- 3٪ ملح الأمر الذي يشجع هذه البكتريا على النمو والتكاثر وإنتاج السم.

2- الفطائر المحشية بمنتجات الألبان أو البيض أو لحوم أو حلويات والحلويات المحشية بمنتجات الألبان.

3- خلطات الأغذية التي تحتوي على اللحوم أو لحوم الدواجن والبطاطس والجبن مثل سلطة البيض والبطاطس والمكرونة.وسبب كثرة انتشار التسمم الغذائي الستافيللي بهذه الأغذية هو حدوث التلوث عن طريق العاملين في تحضيرها وتداولها بعد إجراء المعاملات الحرارية على بعضها وعدم وضعها في الثلاجات بعد تحضيرها وتركها في الجو الخارجي للغرف الأمر الذي يساعد على نمو وتكاثر البكتريا.

الوقاية والعلاج من التسمم الستافيللي

1- حفظ الأغذية الجاهزة في الثلاجات على درجة حرارة لا تزيد عن6°م لأن بتركها تحت الظروف الملائمة تنمو البكتريا فتفرز السم وبذلك تصبح مصدر تسمم للإنسان.
2- يجب تسخين الأغذية المسئولة عن نقل السم إلى درجة حرارة70°م أو أكثر ويجب أن تكتسب أبرد نقطة في الغذاء هذه الدرجة من الحرارة حيث نتمكن من القضاء على البكتريا المسببة للتسمم على هذه الدرجة وكذلك نقضي على بعض البكتريا الخضرية المرضية الأخرى.
3- عدم السماح للبكتريا المسئولة عن هذا التسمم بالنمو والتكاثر تحت الظروف الملائمة ولو لفترة ساعات قليلة حتى لا تكون السم حيث إنها إذا أفرزت السم يكون من الصعب التخلص منه أو إبطال

فعاليته عن طريق الطبخ الاعتيادي حيث أن السم لا يتأثر بدرجات الحرارة العالية, والجدول التالي يبين تأثير درجة الحرارة والوقت اللازمين لإبطال مفعول50٪ من فعالية السم الستافيللي(B) النقي وغير النقي. الجدول التالي يبين تأثير درجة الحرارة والوقت اللازمين لإبطال مفعول السم(جدول- 3).

جدول(3)يوضح تأثير درجة الحرارة والوقت اللازم لإبطال مفعول السم

درجة الحرارة بالمئوي	الوقت بالدقائق	
	السم النقي	السم غير النقي
60	204	204
80	12	14
100	24	37
110	16	17

4- النظافة التامة والدقيقة للأشخاص العاملين في تصنيع وتجهيز وتداول الأغذية. يجب تنظيف وتعقيم الأيدي قبل البدء بتداول ومس الأغذية. وكذلك على العاملين في مجالات الأغذية عدم تنظيف أنوفهم أو السعال أثناء العمل وتعتبر الأنوف أكبر مصدر لهذه البكتريا.

5- عدم السماح لمن لديهم جروح أو خدوش ملتهبة أو دمامل خاصة على أيديهم من مس الأغذية وذلك لمنع انتقال البكتريا التي تسبب التسمم من الانتقال لهذا الأغذية.

6- من الممكن القضاء على هذه البكتريا التي تسبب التسمم الستافيللي وغيرها من البكتريا المرضية وذلك بإضافة مقدار يتراوح من 15- 20٪ من فصوص الثوم الطري مفروما مع اللحوم وكذلك إضافة سوربات الصوديوم أو بنزوات الصوديوم بنسبة0.1٪ إلى حشو الفطائر من منتجات الألبان وجد أن تلك المعاملة تمنع نمو البكتريا.

لا توجد عقاقير فعالة لإيقاف التسمم العنقودي بعد ظهور أعراضه. وبما أن الخطر في هذا النوع من التسمم هو احتمال حدوث الجفاف الجسماني نتيجة لفقد الجسم السوائل عن طريق القيء والإسهال وبذلك يختل التوازن المائي والملحي في الجسم لذا من الممكن حقن المريض أو المصاب بمحاليل ملحية بنسب وكميات تتفق مع العمر وحدة التسمم وحسب ما يقترحه الطبيب المختص ولا يوجد داع لعمل غسيل معدة في هذا النوع من التسمم.

أسئلة

أجب عن الأسئلة الآتية :

1. إلى أي عائلة تتبع البكتريا المحدثة للتسمم السالمونيللي ؟
2. ما هي الأعداد الكافية من كل نوع من البكتريا المحدثة للتسمم السالمونيللي ؟
3. اذكر خصائص البكتريا المحدثة للتسمم السالمونيللي ؟
4. ما هي أعراض التسمم السالمونيللي ؟
5. اذكر الأغذية ذات العلاقة بالتسمم السالمونيللي ؟
6. اذكر طرق الوقاية من التسمم السالمونيللي ؟
7. ما هي طرق العلاج من التسمم السالمونيللي ؟
8. أين تتواجد البكتريا التي تسبب التسمم العنقودي ؟
9. هل يمكن اكتشاف الغذاء الذي يؤدى للتسمم قبل تناوله ؟
10. ما اسم البكتريا التي تحدث التسمم العنقودي صف هذه البكتريا ؟
11. ما هي العوامل التي تؤثر على نمو و إنتاج السم في التسمم العنقودي ؟
12. اذكر أعراض التسمم العنقودي ؟
13. ما هي الأغذية التي لها علاقة بالتسمم العنقودي ؟
14. اذكر طرق الوقاية والعلاج من التسمم الستافيللي؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الفساد الميكروبي

الفساد الميكروبي

3

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الفساد الميكروبي، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن نمو ونشاط الأحياء الدقيقة.

الأهداف:

1- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الفساد الميكروبي

2- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 98٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة:

1- استخدام اللوحات الإرشادية.

2- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

1- أن يكون المتدرب لدية القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.

2- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية.

الفساد الميكروبي في الأغذية

Food spoilage by microorganisms

الفساد Spoilage

هو أي تغير يطرأ على المادة الغذائية ويحولها إلى مادة غذائية غير مقبولة من قبل المستهلك. إذا تغيرت خواص الغذاء الطبيعية أو الكيماوية عن طبيعته المألوفة إلى تغيرات غير مقبولة في الشكل أو الطعم أو اللون أو الرائحة مما يجعل الغذاء غير مقبول من الناحية النفسية أو الصحية، والفساد يتحدد بأذواق الناس وعادات الشعوب المختلفة والأمثلة على ذلك مثل أكل المصريين السمك المملح المخلل (الفسيخ) الذي يعتريه تعفن جزئي ورغم ذلك يكون مقبولاً ويستهلك لدى اليابانيين وتخمر عصير التفاح أو تخمر عصير العنب فهذه تعتبر فاسدة لتلك المجموعة من الناس التي ألفت أن تتناول هذه السوائل طازجة وليس الأمر كذلك بالنسبة للمجموعة التي اعتادت تناولها بعد تخمرها، كما أن هناك تغيرات تحدث في غذاء يعتبر عندها ذلك الغذاء فاسدا في حين لو حدثت هذه التغيرات في نوع آخر من الغذاء لا يعتبر فاسدا مثل حدوث التخمر اللاكتيكي في الألبان المتخمرة وتكوين حامض اللاكتيك يعتبر تغييراً مرغوباً والغذاء جيد في حين حدوث نفس التخمر في الحليب الخام يعتبر الأخير فاسداً. تحلل البروتين في اللحوم بفعل الأحياء المجهرية يعتبر فاسداً في حين تحلله في بعض أنواع الأجبان يعتبر عملية ضرورية لإنضاج الجبن و إعطائه نكهة مميزة

أسباب فساد الأغذية

كثير من الأسباب تؤدي إلى فساد الأغذية منها الخاص بالأحياء المجهرية ومنها ما ليس له علاقة بها وأهم هذه المسببات هي:

1. نمو ونشاط مختلف أنواع الميكروبات في الأغذية كالبكتريا والفطر والخميرة .
2. نشاط الأنزيمات الموجودة في المادة الغذائية النباتية أو الحيوانية.
3. التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الغذاء بدون مشاركة الأنزيمات أو الميكروبات
4. التغيرات الفيزيائية التي تحدث في الأغذية نتيجة بعض المعاملات كالتجميد والتدخين والتجفيف واستخدام الضوء والإشعاع وغيرها.
5. مهاجمة الحشرات والطيور والقوارض والحيوانات الأخرى للغذاء والتي تسبب فساده

قابلية الأغذية للفساد

تختلف الأغذية فيما بينها بالنسبة لقابليتها للفساد وذلك تبعاً لتركيبها الكيمائي والفيزيائي و البيولوجي وتقسم الأغذية بالنسبة لهذه الصفة إلى ثلاثة أقسام:

1- **مواد سريعة التلف** Perishable food

وذلك لاحتواء الغذاء على نسبة عالية من الرطوبة وبالتالي على مواد صلبة قليلة مع توفر المواد الغذائية اللازمة لنشاط الأحياء الدقيقة. ومن أمثلة ذلك الخضر والفاكهة العصيريه كالطماطم والفراولة والأسماك واللحوم والألبان, ومدة حفظ هذا النوع من الأغذية قليلة جداً من بضعة ساعات إلى بضع أيام قليلة.

2- **مواد بطيئة التلف أو قليلة ا لتعرض للتلف** Semi perishable food:

وهي تحتوي على رطوبة أقل ويمكن حفظها لمدة أطول من السابقة وقد يكون لها قشور جلدية سميكة تحميها مثل التفاح والبطاطس والبرتقال ويمكن حفظها من عدة أسابيع إلى شهور قليلة بشرط أن تكون سليمة خالية من التهشم والتلوث الميكروبي.

3- **مواد عديمة التلف** Nonperishable food

وهي مواد يمكن تخزينها لمدة طويلة من عدة شهور إلى عدة سنوات باتباع وسائل التخزين المناسبة أي عدم التعرض للحشرات وعامل الحفظ هنا يرجع لقلة الرطوبة بها فيجعل الوسط جافاً فسيولوجياً بالنسبة للأحياء الدقيقة مثل الغلال والحبوب والعدس والحلبة والتمر الجاف

العوامل المؤثرة على فساد الأغذية

تختلف الأغذية بقابليتها على الفساد ، وهناك عوامل كثيرة تحدد درجة ونوع الفساد فالفساد الميكروبي للأغذية يعتمد على عدد وأنواع الأحياء الدقيقة التي تلوث الغذاء ونشاط هذه الأحياء يعتمد على صفات الغذاء والظروف المحيطة به.

فهناك أغذية تنتج وتصنع وتسوق تحت شروط صحية رديئة مما يؤدي لتلوثها بأعداد كبيرة من الميكروبات التي تسبب فسادها , في حين أن بعض الأغذية الأخرى تنتج وتحتوي على أعداد قليلة من الميكروبات , وأعداد وأنواع الميكروبات تختلف من غذاء لآخر على حسب نوعه وصفاته وطريقة إنتاجه وتصنيعه وتخزينه وتسويقه هذا علاوة على بعض العوامل الأخرى مثل علاقة التضاد أو تبادل المنفعة بين الميكروبات بعضها البعض وأهم العوامل التي تؤثر على فساد الأغذية هي ما يلي:

أولاً : التركيب الكيمائي للغذاء Chemical composition of food

لكي تنمو الميكروبات على الغذاء لابد من وجود المواد التالية لنموها :

1. مصدر للطاقة
2. مصدر للنيتروجين
3. الفيتامينات أو عوامل النمو
4. الأملاح

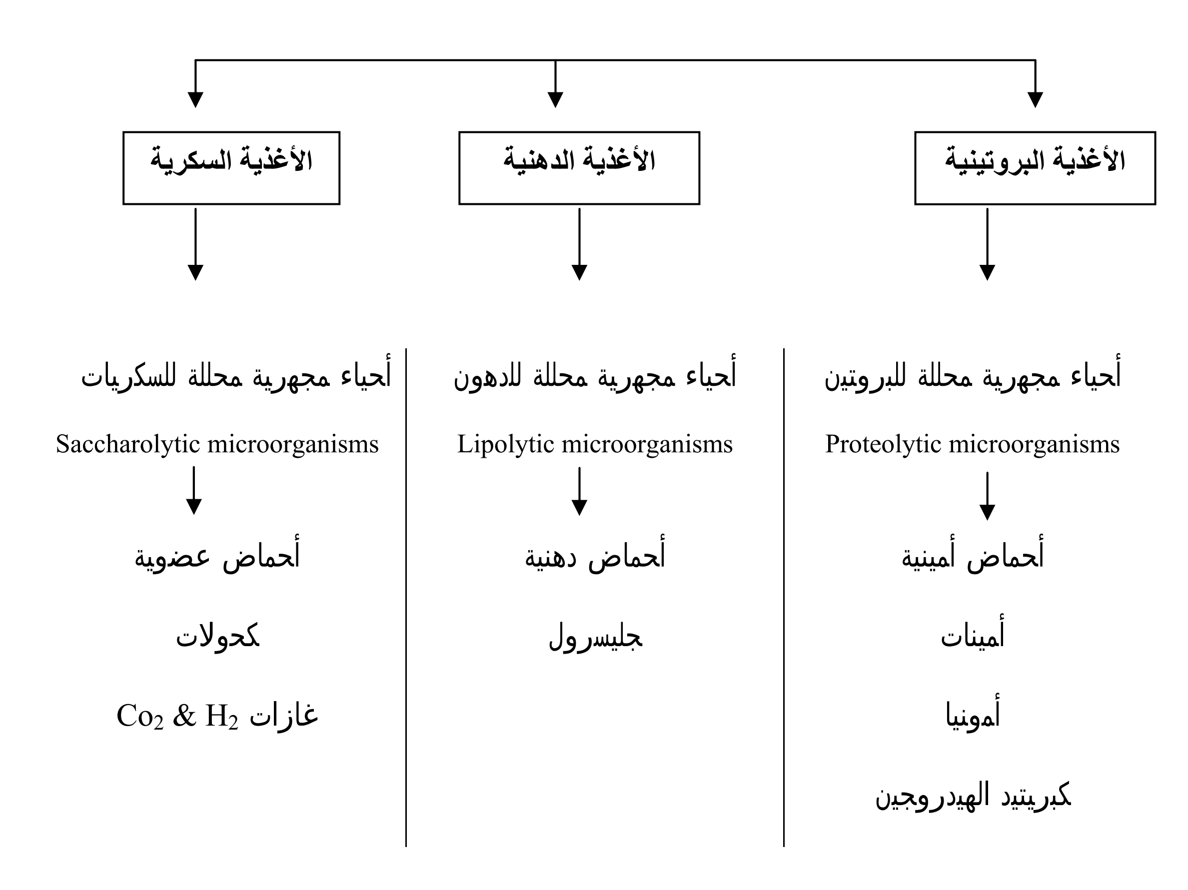
الفطريات تتطلب أقل ما يمكن من هذه الاحتياجات الغذائية تليها الخمائر ثم البكتريا السالبة لجرام ويليها البكتريا الموجبة لجرام كمصدر للطاقة يمكن للميكروبات أن تستغل السكريات و الكجولات و الأحماض الأمينية كمصدر للطاقة وهناك القليل من الميكروبات التي تستطيع أن تقوم بتحليل الكربوهيدرات المعقدة كالنشا والسليولوز إلى سكريات بسيطة وتستعملها كمصدر للطاقة.

تختلف الميكروبات فيما بينها من حيث قابليتها على تحليل هذه المواد فغالبية البكتريا تحلل السكريات الأحادية و الثنائية في حين تحلل الكربوهيدرات المعقدة مثل النشا والبكتين والسليولوز يكون بأنواع محدودة من البكتريا وأنواع كثيرة من الأعفان ولهذا عادة الفواكه والخضر تفسد عادة بفعل الفطريات كما أن معظم البكتريا تنمو في تركيزات منخفضة من السكر بينما الفطريات والخمائر تنمو في أغذية ذات تراكيز عالية من السكر

الأغذية التي تحوى كمية قليلة من السكر لا يحدث عادة فيها تخمر وإنتاج أحماض بل أساساً يحدث فيها تحلل للبروتين كما في اللحوم. أما الأغذية التي بها كمية متوسطة من السكر مثل الحليب يحدث فيها تخمر وإنتاج حامض. الأغذية التي تحتوي على نسبة عالية من السكر غالباً ما يحدث فيها تخمر كحولي بواسطة الخمائر كعصير الفواكه. والأغذية التي بها سكر بدرجة كبيرة مثل الحليب المكثف المحلى أو الشراب المركز تنمو عليها الأعفان. وليس السكر فقط هو الذي يحدد نوع الميكروب النامي ولكن نوع الكربوهيدرات الموجودة بالغذاء فالميكروبات التي لا تستطيع استعمال سكر اللاكتوز لا تنمو في الحليب والتي لا تحلل السليولوز والبكتين لا تنمو في الفواكه ولا الخضر وهكذا .والدهون ممكن أن تستخدم بواسطة الميكروبات كمصدر للطاقة ولكن هذا المركب يهاجم بأنواع قليلة جداً من الميكروبات في الطعام فتحلل الدهون يجري تحت ظروف هوائية بواسطة بكتريا أو فطريات تنتج أنزيم الليبيز وتتكون أحماض دهنية بعضها ذو رائحة كريهة مثل حمض البيوتريك وعندها يقال للأغذية الدهنية أو الزيتية بأنها زنخة.

البروتين والأحماض الأمينية يعتبران المصدر الأولي للنيتروجين والتي تقوم الميكروبات التي تحتوي على إنزيمات محللة للبروتين (Proteinases) بالاستفادة منه ،هناك أنواع أخرى وكثيرة من المركبات النيتروجينية التي تقوم بتحليلها أنواع متعددة من الميكروبات كمصدر للنيتروجين فمثلا بعض أنواع من الميكروبات تقوم بالانتفاع بالـNucleotides والأحماض الأمينية الحرة بينما أنواع أخرى تقوم بتمثيل الببتيدات والبروتينات. وعامة لوحظ أن المركبات البروتينية البسيطة كالأحماض الأمينية تستغل ويقوم بتحليلها معظم الميكروبات قبل أي هجوم على المركبات المعقدة مثل البروتينات ذات الوزن الجزئي المرتفع . بروتين اللحم يتحلل تحت الظروف اللاهوائية ويؤدي ذلك إلى تكوين كبريتيد الهيدروجين والأمونيا ومركبات أخرى كريهة هذا ما يطلق عليه بتعفن اللحوم Putrefaction في حين تحت الظروف الهوائية تتكون بعض الأحماض بدون روائح . تحتاج البكتريا الموجبة لجرام وجود فيتامين B حيث لا تستطيع أن تكونه بنفسها,أما البكتريا السالبة لجرام والفطريات فلهما القدرة على تكوين العوامل المساعدة للنمو والفيتامينات وعليه تتواجد هذه البكتريا والفطريات في الأغذية التي لا تحتوي على فيتامين B اللحوم غنية بفيتامين B والفواكه بفيتامين C وبعض الخضر بفيتامين A. (مخطط بيان فعل الأحياء الدقيقة في الأغذية .شكل(17).

مخطط يبين فعل الأحياء الدقيقة في الأغذية



ثانياً : درجة الحموضة " تركيز أيون الهيدروجين pH

معظم الميكروبات تنمو جيداً على درجة تركيز أيون هيدروجين 7 (6.6 - 7.5 pH) وقليل منها ينمو تحت رقم 4 pH والجدول التالي يبين درجة تركيز أيون الهيدروجين العظمى والصغرى لبعض الميكروبات(جدول4).

الجدول(4) يبين درجة تركيز أيون الهيدروجين العظمى والصغرى لبعض الميكروبات.

الميكروب	درجة تركيز أيون الهيدروجين	
	الصغرى	الكبرى
E . coli	4.4	9.00
Sal . typhi	4.5	8.00
St . Lactis	4.8 -4.3	00
Lactobacillus spp.	4.4 -3.8	7.2
Molds	2.0-1.5	11
Yeasts	2.5	8.5 -8

البكتريا لا تنمو على مجال كبير من الـ pH وخصوصاً البكتريا المرضية منها فلها pH ثابت لا تتعداه ولكن الخمائر والفطريات لها مجال أوسع.

الفاكهة والعصائر والشراب تقع تحت درجة pH أقل مما تنمو عليه البكتريا وقدرة وقوة الحفظ الهائلة لهذه المواد تعتمد أساساً على درجة pH لها وعموماً تهاجم هذه المواد بواسطة الخمائر والفطريات التي تنمو على درجة pH منخفض أقل من3.5 وتسبب فسادها وهذه الدرجة من الحموضة لا يحدث فيها تسمم غذائي..

اللحوم والأسماك ومنتجاتهما لها درجة حموضة من5.6 إلى أكثر وهذه مما تجعل احتمال فسادها بكترولوجياً أكبر وكذلك فسادها بالفطريات والخمائر . والخضروات لها درجة حموضة أكبر أو أعلى من الفاكهة وعليه احتمال تلوثها وفسادها بالبكتريا أكثر من الفطريات

ولقد قسمت الأغذية تبعاً لحموضتها إلى أربعة أقسام :

1- أغذية قليلة الحموضة Low acid foods

وهي الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH أكثر من 5.3 مثل الحليب واللحوم والبيض والبسلة والفول

2- أغذية متوسطة الحموضة Medium acid foods

وهي الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH ما بين4.5، 5.3 مثل بعض الخضر كالسبانخ والقرع.

3- أغذية حامضية Acid foods

الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH بين 4.5 ، 3.7 مثل عصير الطماطم وعصير كثير من الفواكه.

4- أغذية عالية الحموضة High acid foods

وهي الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH أقل من3.1 مثل الخل والمخللات وعصير الليمون، وعموماً أغلب الأغذية التي يستهلكها الإنسان تكون قيمة الـ pH أقل من سبعة كما يتضح من الجدول التالي(جدول- 5).

جدول(5) يوضح العلاقة بين الغذاء ودرجة الـــpH.

الغذاء	درجة الحموضة
اللحوم	5 : 6.2
الأسماك	6.6 : 6.8
لحوم الدواجن	6.2 : 6.4
الحليب	6.3 : 6.5
الفاكهة والخضر	3 : 6.5

ونمو الأحياء الدقيقة في الأغذية قد يؤدي إلى زيادة حموضتها فمثلاً نمو بعض البكتريا وتخميرها للسكريات يؤدي إلى زيادة حموضة الغذاء بسبب تكوينها الأحماض (الألبان المتخمرة) وهذه الحموضة

تقي الغذاء من الفساد ذلك لتثبيطها نمو البكتريا المحللة للبروتين لكن في نفس الوقت تشجع نمو الأعفان الذي بدوره يقلل من حموضة الغذاء ويشجع نمو البكتريا ولذلك أنواع الميكروبات الموجودة في الغذاء تؤثر على حموضته. كما أن بعض الأغذية لها قابلية جيدة في مقاومة تغيير رقم أيون الأيدروجين عن بعض الأغذية الأخرى وتسمى المواد الموجودة في تلك الأغذية بالمواد المنظمة Buffers والحليب يحتوي على مواد منظمة جيدة تسمح لنمو بكتريا حامض اللاكتيك لفترة طويلة وهي في حالة تكوين الحامض قبل توقف نموها ، في حين عصير الخضر يحتوي على مواد منظمة ضعيفة ولهذا يحدث تغير في قيمة الـ pH بسرعة كبيرة بعد إنتاج كمية قليلة من الحامض بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك.

ثالثاً: توفر الأكسجين (جهد الأكسدة والاختزال) Oxidation- Reduction Potential

من المعروف منذ سنين أن الميكروبات تظهر حساسيات مختلفة حول الأكسدة والاختزال في البيئة التي تنمو عليها. جهد الأكسدة والاختزال في المادة يعبر عنه بفقد أو اكتساب المادة لإلكترون فعند فقد معدن أو مركب إلكترون فتسمى المادة مؤكسدة وعند اكتساب المادة لإلكترون فتختزل.

$$CU \underset{\text{اختزال}}{\overset{\text{أكسدة}}{\rightleftharpoons}} CU + e$$

والأكسدة تحدث أيضا عند إضافة أكسجين كما في التفاعل

$$2Cu + O \longrightarrow 2CuO$$

وعليه فالمادة التي تعطي إلكتروناً فهي مادة مختزلة جيدة والتي تأخذ إلكتروناً فهي مادة مؤكسدة. بينما ينتقل الإلكترون من مركب إلى آخر فهناك فرق في الجهد محسوس ما بين المادتين هذا الفرق يمكن حسابه بواسطة جهاز حساس جداً ويقاس بالمللیفولت mv .

وكلما كانت المادة عالية التأكسد كلما كان الجهد الكهربائي موجبا وكلما كانت عالية الاختزال كلما كان الجهد الكهربائي سالباً وعندما يكون التأكسد والاختزال متساويان كان الجهد الكهربائي مساوياً للصفر وجهد الاختزال والأكسدة يعبر عنه بالمصطلح Eh فالميكروبات الهوائية يلزم لها (Eh) موجباً للنمو مثل جنس *Bacillus* بينما اللاهوائية فقيمة (Eh) لها سالباً مثل جنس *Clostridium* بعض البكتريا الهوائية تنمو في ظروف مختزلة بسيطة وتسمى لذلك Microaerophilic مثل جنس *Lactobacillus* وجنس *Streptococcus* هناك بعض البكتريا لها القابلية على النمو في ظروف هوائية أو لا هوائية وعليه تسمى بالاختيارية Facultative anaerobes معظم الفطريات والخمائر التي

تنمو على الأغذية هوائية أو اختيارية وبالنظر في قيمة Eh في الأطعمة تجد الأطعمة النباتية وخصوصاً العصائر لها Eh يتراوح ما بين+300، +400 وعليه تنمو البكتريا الهوائية والفطريات والخمائر وتسبب فساده

كتل اللحم لها Eh حوالي–200 بينما اللحم المفروم له قيمة Eh+200

والجبن من أنواع مختلفة لها Eh سالب يتراوح ما بين–20 و –200

رابعاً : درجة الحرارة

تتعرض الأغذية للفساد عند درجة حرارة تتراوح ما بين 5 إلى 70 درجة مئوية, ودرجة حرارة الغذاء تحدد نوع وعدد ونشاط الميكروبات فيه وبالتالي تحدد نوع الفساد الذي سيحدث, وتقسم الميكروبات إلى مجاميع حسب درجات الحرارة اللازمة لنموها ونشاطها كما في الجدول التالي(جدول- 6)

جدول (6) تقسيم الميكروبات على حسب درجة الحرارة اللازمة لنموها ونشاطها.

المجموع	درجة حرارة النمو(درجة مئوية)			أمثلة
	الدنيا	المثلي	القصوى	
المحبة لدرجات الحرارة العالية إجبارياً Obligate thermopiles	30 :45	55 :65	70 :85	*B. stearothermophilus* *Cl.thermosaccharolyticum*
المحبة لدرجات الحرارة العالية اختيارياً Facultative thermophilus	22 :25	30 :40	50 :58	*B. coagulans* *St. thermophilus* *Mic. lacticum*
المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة (وسطية الحرارة) Mesophiles	10 :15	30 :40	35 :48	*E. coli* *Staph. aureus* *B. subtilis*
المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة إجباري Obligate psychrophiles	5أو أقل	15 :20	20 :22	*Pseudomonas* *Achromobacter*
المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة اختياري Facultative psychrophiles	5أو أقل	25 :30	30 :35	*Micrococcus* *Lactobacillus*

فمنها ما ينمو على درجات حرارة عالية ومنها ما ينمو على درجات حرارة منخفضة فالخمائر والفطريات غالبيتها لا تنمو عند درجة أعلى من35- 37°م في حين تنمو في الأغذية المخزنة على درجة حرارة الغرفة أو في الثلاجة وتسبب فسادها فهي تفسد اللحوم والبيض والأجبان والفاكهة والخضر المبردة, أما البكتريا فمنها ما ينمو في الأغذية المبردة والمخزنة في الثلاجة(4- 10°م) ويفسدها خاصة البكتريا المحبة للبرودة *Psychrophiles* مثل جنس *Pseudomonas* وجنس *Acromobacter* ومنها ما ينمو على درجة حرارة الغرفة (25- 35°م)Mesophiles مثل غالبية البكتريا المرضية وبكتريا *E.Coli* *& St. lactis* في حين هناك بكتريا محبة للحرارة العالية Thermophiles تنمو عند درجات الحرارة العالية مثل *Bacillus coagulans ،Bacillus stearothermophilus, Lact thermophilus* , وغيرها حيث تفسد الأغذية في أشهر الصيف الحارة

خامساً :المستوى المائي أو الرطوبة Moisture content

من الطرق القديمة جداً في حفظ الأغذية هي التجفيف, وهذه الطريقة أساساً تعتمد على إزالة أو ربط الرطوبة (أي عدم وجودها على صورة حرة) بالدرجة التي لا تسمح بنمو الميكروبات على المادة الغذائية. والاصطلاح Water activity ويرمز له بالرمز ^{a}w وهي تعبر عن مدى احتياج الميكروبات للمياه. وهذا المعامل يطلق على معدل ضغط تبخر المياه في المادة الغذائية إلى معدل ضغط تبخر المياه العادية في نفس درجة الحرارة أي $^{a}w = P/Po$ حيث P ضغط تبخر المحلول,Po ضغط تبخر المادة المذيبة وعادة هي المياه وهذه المعادلة تستخدم في استخراج الرطوبة النسبية Relative humidity (RH) كما يلي $RH = 100 X {}^{a}w$

فالنشاط المائي ^{a}w لمعظم الأطعمة الطازجة يقع فوق 0.99.

معظم البكتريا التي تسبب الفساد لا يمكن أن تنمو في معدل نشاط مائي^{a}w أقل من0.91 بينما الفطريات يمكن أن تنمو في معدل0.80مع استثناء البكتريا المسببة للتسمم مثل *Staphylococcus aureus* تنمو على 0.86 ^{a}w بينما الـ *Clostridium botulinum* لا تنمو على أقل من0.95

الفطريات والخمائر لها مدى واسع من النشاط المائي^{a}w كما هو الحال في درجة الحموضة أقل قوة للبكتريا هي0.75 للبكتريا المحبة للملوحة Halophilic بينما الفطريات المحبة للجفاف Xerophilic والخمائر المحبة للضغط الأسموزي المرتفع Osmophilic تنمو على درجة نشاط مائي ^{a}w 0.65 , 0.60 على التوالي وهناك علاقة ما بين ^{a}w ودرجة حرارة نمو الميكروبات وكذلك التغذية .

أولاً : تقل درجة النمو إذا ما قلت ^{a}w

ثانياً: وجود مواد غذائية ترفع من معدل الـ a_w للميكروب.

أي تغير في درجة الحرارة . أو الغذاء يجعل الميكروب ينمو في معدل أقل من الـa_w

والجدول التالي(7) يبين النهاية العظمى للنشاط المائي a_w لأهم الميكروبات التي تنمو على الغذاء

الميكروب		النشاط المائي
أغلب بكتريا الفساد	*Spoilage bacteria*	0.91
أغلب خمائر الفساد	*Spoilage yeasts*	0.88
أغلب فطريات الفساد	*Spoilage Molds*	0.80
البكتريا المحبة للملوحة	*Halophilic bacteria*	0.75
الفطريات المحبة للجفاف	*Xerophilic molds*	0.65
الخمائر المحبة للضغط الأسموزي المرتفع	*Osmophilic yeasts*	0.60
	Achromobacter	0.96
	Enterobacter aerogenes	0.95
	Bacillus subtilis	0.95
	Clostridium botulinum	0.95
	E. coli	0.96
	Pseudomonas	0.97
	Staphylococcus aureus	0.86
	Saccharomyces rouxii	0.62

سادساً: احتواء الغذاء على مواد مثبطة Inhibitors

تحتوي بعض الأغذية على مواد مثبطة Inhibitors لنمو الميكروبات وتصل هذه المواد إلى الغذاء من عدة مصادر منها :

1- مواد مثبطة تتواجد طبيعياً في بعض الأغذية مثل الـ Benzoic acid يوجد في نبات التوت البرى. واحتواء البيض على الليسوزوم Lysozym والحليب على اللاكتينين Lactenins التي توقف نشاط

بكتريا القولون والبكتريا الأخرى , والقرفة تحتوي على مادة طيارة Cinnimic aldehyde أما القرنفل فيحتوي على مادة Eugeno والمادتان لهما مفعول تثبيط الميكروبات Antimicrobial

2- تكون بعض المواد المثبطة نتيجة نمو الميكروبات في الأغذية فنشاط نوع الأحياء الدقيقة يؤدي إلى تكوين مواد تثبط نمو ميكروب آخر مثل إنتاج المضادات الحيوية من قبل الأعفان , وتتكون أحماض وكحولات فمثلاً تكوين حامض البروبيونيك في الجبن السويسري من قبل بكتريا *Propionibacterium* يوقف نشاط الأعفان فيه وتكوين بعض الكحول في الشراب بواسطة الخمائر يوقف نمو الميكروبات الأخرى , وتكوين المضاد الحيوي النيزين Nisin بواسطة *St. Lactis* في الحليب يمنع نمو الـ *Clostridium* والـ *Staphylococcus* وغيرها وتكوين حمض اللاكتيك يمنع أو يوقف نشاط البكتريا المحللة للبروتين وهكذا.

3- تصل بعض المواد المثبطة إلى الأغذية من أجل حفظها فتضاف بروبيونات وحمض السوربيك Sorbic acid إلى الخبز لمنع الأعفان المفسدة له من النمو, وكثير من المواد الحافظة تضاف لمختلف الأغذية من أجل تثبيط نمو الأحياء الدقيقة المفسدة لها.

4- تصل بعض المواد المثبطة إلى الغذاء بالصدفة نتيجة غسل الأواني وأدوات تصنيع الغذاء بالمنظفات والمواد الكيمائية وعدم إزالتها جيداً بالماء أو استعمال مبيدات حشرية في مصانع الأغذية واستعمال المضادات الحيوية لمعالجة الحيوانات المرضية والمبيدات لمكافحة الأمراض النباتية فلقد وجد أن أجزاء من هذه المواد يصل إلى الأغذية وبالرغم من أنها توقف نشاط البكتريا المفسدة في الأغذية إلا أن فيها ضرراً كبيراً على صحة الإنسان ولذا يجب العناية والحيطة في هذه الأمور .

سابعاً : البناء البيولوجي للمادة الغذائية Biological structure

الغطاء الطبيعي لبعض الأغذية يحميها حماية ممتازة ضد دخول ميكروبات الفساد وذلك مثل غلاف الحبة في الحبوب والقشرة في الفاكهة والنقل وجلد الحيوان وقشرة البيض في حالة النقل مثل البيكان والجوز فإن القشرة تمنع دخول كل الميكروبات وإذا جرحت أو خدشت فإن لحم النقل مادة جيدة للتلف بواسطة الفطريات.

القشرة الخارجية للبيض وكذلك الغشاء الرقيق الملاصق لها يحافظان عن دخول كل الميكروبات إلى داخل البيضة إذا ما حفظت البيضة على درجة حرارة ورطوبة مناسبتين والخضروات والفاكهة ذات القشرة أو الغطاء المقطوع أو المخدوش يتعرضان للتلف بسرعة أكثر من تلك التي قشرتها أو غطاؤها سليم.

الجلد الموجود على اللحم و الأسماك يحافظان عليهما من التلف وصناعياً تضاف طبقات واقية إلى بعض الأغذية لحفظها من الفساد, كإضافة طبقة من الشمع أو البلاستيك إلى التفاح والبرتقال.

ثامناً : بعض المعاملات التي تجرى على الأغذية Food treatments

تجرى بعض المعاملات على الأغذية تغير من خصائصها الفيزيائية والكيماوية وبذلك تؤثر على نمو الميكروبات فيها . فتجميد الأغذية يوقف نشاط كثير من الميكروبات المفسدة له وكذلك التدخين واستعمال الأشعة . أما المعاملة الحرارية للغذاء بالرغم من قضائها على كثير من الأحياء الدقيقة إلا أنها تغير في التركيب الكيمائي للغذاء فتجعل المركبات المعقدة سهلة الاستغلال من قبل الميكروبات فهي تعمل على تقطيع الأنسجة وتحرير الماء وتسهيل دخول الأكسجين إلى الغذاء وتحلل كثيراً من الميكروبات الكيمائية وتغير من صفات البروتين (Protein denaturation) وتتكون محاليل غروية في الغذاء كل هذه التغيرات تسهل عمل الميكروبات ,ولهذا الطعام المطبوخ يكون أسرع فساداً من الطعام الطازج زيادة على أن الحرارة تبيد كثيراً من الميكروبات التي قد تنافس الأخرى المفسدة للأغذية

أسئلة

أجب عن الأسئلة التالية:

1. عدد أهم العوامل التي تؤثر على فساد الأغذية ؟
2. ارسم مخططاً يبين فعل الأحياء الدقيقة في الأغذية ؟
3. قسم الأغذية تبعاً لحموضتها ؟
4. ما هو المقصود بجهد الأكسدة والاختزال في المادة ؟
5. ما هو الجهد الكهربائي للمادة عالية التأكسد ؟
6. ما هو الجهد الكهربائي للمادة عالية الاختزال ؟
7. ما هو المقصود بـ Eh موجب و Eh سالب ؟
8. قسم الميكروبات إلى مجاميع حسب درجات الحرارة اللازمة لنموها ونشاطها ؟
9. ما هو المقصود بالمصطلح ^{a}w ؟
10. اكتب معادلة الرطوبة النسبية وعلاقتها بمعدل النشاط المائي ؟
11. ما هي المواد المثبطة الطبيعية في الأغذية ؟
12. ما هي المواد المثبطة التي تنتجها الميكروبات في الأغذية ؟
13. ما هي المواد المثبطة التي تصل إلى أو تضاف إلى الأغذية ؟
14. كيف يعمل البناء البيولوجي على عدم فساد الأغذية ؟
15. ما هي المعاملات التي تجرى على الأغذية وتؤثر على نمو الميكروبات ؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية النباتية

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية النباتية، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن وجودها.

الأهداف:

1- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية النباتية.

2- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 98٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: 6 ساعات.

الوسائل المساعدة:

1- استخدام اللوحات الإرشادية

2- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

1- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.

2- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية.

الباب الأول

الأحياء الدقيقة في الفواكه والخضر Microbiology of fruits & vegetables

من المعتقد أن حوالي20٪ من الفاكهة والخضروات المحصودة لغرض الاستهلاك الطازج تفقد بواسطة الفساد الميكروبيولوجي بواسطة مرض واحد أو أكثر من250 نوع من أمراض التسويق Market diseases وعوامل الفساد المعروفة هي البكتريا ، والخمائر، الفطريات، الفيروسات وبعض أنواع من الركتسيا. فقبل أن تنضج الخضر والفاكهة قد تصاب بأمراض كثيرة سببها الفطر والبكتريا. أو يحدث تلف لها عند جنيها وجمعها ونقلها نتيجة خدشها مما يزيد فرصة تلوثها. وقد تتلوث بالميكروبات المرضية إذا ما سمدت بمياه المجاري أو السماد الحيواني وبذلك تكون الميكروبات في الفواكه والخضر متنوعة وعديدة ومنها الميكروبات المرضية التي تصيبها وهي على النبات والبكتريا المرضية التي يكون مصدرها السماد الحيواني ومخلفات المجاري والأحياء الدقيقة التي مصدرها التربة ومياه الري والهواء وأن أهم الأجناس التي تتواجد على سطح الخضر والفاكهة هي *Flavobacterium, Streptococcus, Achromobacter, Micrococcus, Entrobacter, Lactobacillus, Pseudomonas, Alcaligenes, Sarcina, Leuconostoc, Bacillus, Serratia, Chromobacterium, Staphylococcus* كما توجد البكتريا المرضية للنبات مثل *Xanthomonas, Erwinia* وبعض الخمائر والأعفان.

العوامل التي تساعد على الفساد الميكروبيولوجي للخضر والفواكه

يحدث الفساد نتيجة عامل أو أكثر من العوامل الآتية:

1- العوامل الفيزيائية

إصابة الفاكهة والخضروات بتلف بسبب مهاجمتها من الحيوانات والطيور والحشرات أو نتيجة الرياح أو الجفاف أو أشعة الشمس وهذا التلف يساعد على إصابتها بالميكروبات وفسادها خلال النقل والتخزين والتسويق.

2- النشاط الأنزيمي

يستمر هذا النشاط بعد جنيها فيتوفر الأكسجين فتستمر خلايا النبات في التنفس وأداء وظائفها الحيوية ويظهر ذلك بوضوح في الموز حيث يتحول لون القشرة الخارجية من اللون الأخضر إلى الأصفر ثم إلى الأسود نتيجة فعل الأنزيمات

3- الفساد الميكروبي:

ويكون بسبب فعل الأحياء الدقيقة الممرضة للنبات التي تصيب أي عضو في النبات من ساق أو أوراق أو ثمار أو نتيجة الميكروبات التي تترمم على الفاكهة أو الخضر وتعمل على إفسادها أو تلفها , وفساد الفاكهة والخضر يتأثر بعوامل كثيرة منها التركيب الكيميائي لكل منها أو الظروف الجوية المحيطة كالرطوبة ودرجة الحرارة وعدد وأنواع الأحياء الدقيقة الموجودة على السطح الخارجي ونوع الغلاف من 4.5المحيط بالثمار ودرجة حموضة الثمار pH فنجده في الفاكهة منخفضاً عن الخضر حيث أنه في الفواكه إلى 7 ولهذا تكون الأعفان والخمائر مسئولة عن فساد الفاكهة والبكتريا وعن فساد الخضروات ذلك لأن الأعفان والخمائر تتمكن من النمو عند pH منخفضاً وفي تركيز عال من السكر . والجدول التالي يوضح فيه أهم أنواع العفن في الفواكه والخضر(جدول8).

جدول(8) يوضح أهم أنواع التعفن في الفواكه والخضر.

نوع التعفن	المسبب
التعفن البكتيري الطري Bacterial soft rot	يسبب تحلل البكتين ويعمل *Erwinia carotorora* على نعومة وطراوة الخضر في بعض الأحيان يعطي رائحة ومظهرا مائيا.
التعفن المائي الرخو Watery soft rot	واسع الانتشار في التربة وفي *Geotrichum candidum* الخضروات التالفة وتساعد على انتشاره ذبابة الفاكهة
التعفن الرصاصي Gray mold rot	*Botrytis cinerea* ينمو الفطر في المنطقة المجروحة على هيئة نمو رصاصي اللون
التعفن الريزوبوسي الرخو Rhizopus soft rot	*Rhizopus stolonifer* ويظهر على هيئة طبقة وبرية قطنية وتظهر الاسبورانجيم السوداء اللون على الخضروات المصابة.
التعفن الأزرق Blue mold rot	*Penicillium spp*
التعفن الأسود Black mold rot	*Aspergillus spp.*
التعفن البني Brown rot	*Sclerotinia spp.*
التعفن الوبري أو الزغبي Downey mildew	*Phytophthora spp.*
التعفن الوردي Pink mold rot	*Trichothecium roseum*
التعفن بالالترناريا Alternaria rot	اللون يتحول من البني إلى الأسود *Alternaria sp.*

علاوة على ما ذكر يوجد بعض النموات البكتيرية أو تنمو بعض الخمائر على الخضر أو على الفاكهة فتحدث:

1- حموضة أو لزوجة Souring or sliminess نتيجة نمو بكتريا من الجنس *Lactobacillus*، *Coliforms*، *Pseudomonas*

2- قد يحدث تخمر كحولي Alcoholic fermentation ويحدث في بعض الفواكه مثل العنب وتحدث بواسطة الخميرة easts.

فساد الفواكه والخضر المجففة Spoilage of dried vegetables & fruits

تفسد الفواكه والخضر المجففة بواسطة الفطريات التي يناسبها ظروف التجفيف من حيث قلة الرطوبة ولذا يطلق على هذه الأنواع بالفطريات المحبة للجفاف Xerophilic molds مثل الفطر *Aspergillus glaucus* الذي ينمو عند نشاط مائي $^{a}{}_{W} = 0.70$.

كذلك تنمو بعض الخمائر المحبة لتركيز السكر العالي مثل خميرة *Saccharomyces rouxii* وخمائر تابعة للجنس *Zygosaccharomyces* ولجنس *Hunsenianspora* والتي تعزل باستمرار من التين والتمر المجفف حيث تنمو فيها وتحمضها.

فساد الفواكه والخضر المجمدة Spoilage of frozen vegetables & fruits

تفسد في بعض الأحيان نتيجة نمو بعض الفطريات والخمائر التي تتمكن من النمو والنشاط على درجة حرارة التجميد مثل الفطريات *Penicillium, Geotrichum, Cladosporium, Mucor* والخمائر Rhodoto*rula, Candida, Saccharomyces, Torulopsis*.

فساد الفواكه والخضر المخللة Spoilage of pickled vegetables & fruits

تخلل بعض الخضر والفواكه وذلك بإضافة ملح الطعام بنسب تتراوح ما بين 2- 5٪ أو 8 - 15٪ على حسب نوع الخضار أو الفواكه المراد تخليلها.في بداية عملية التخليل تنمو وتنشط بعض الأجناس من البكتريا غير المرغوبة والتي يكون مصدرها النبات نفسه أو الماء أو التربة مثل الأجناس *Bacillus, Pseudomonas, Entrobacter, Flavobacterium* حيث تكون هذه البكتريا غازات ومواد غير مرغوب فيها خاصة عندما تكون كمية ملح الطعام المضافة قليلة , بعد هذه الفترة تحدث تخمرات في المخللات أهمها التخمر اللاكتيكي الذي هو أساس عملية التخليل وتقوم به بكتريا حمض اللاكتيك مثل *Leuconostoc mesentroides* التي تقوم بتخمير السكر الموجود في المادة المراد

تخليلها إلى حمض لاكتيك , وحمض خليك وايثانول وثاني أكسيد الكربون حيث إنها من النوع المتغاير (غير المتجانس) الاختمار والحموضة المتكونة نتيجة هذه البكتيريا تصل إلى 1٪ (حمض لاكتيك)، بعد هذه البكتريا تنشط بكتريا أخرى من بكتريا حمض اللاكتيك تتحمل هذه الدرجة من الحموضة مثل بكتريا _*Lactobacillus brevis, Lactobacillus plantarum* وتتحمل أيضا تركيزا عاليا من الملح وتعمل هذه البكتريا على تكوين كمية كبيرة من حمض اللاكتيك تصل إلى 2أو 3٪ وهذه الحموضة تلعب دوراً كبيراً في حماية المخللات من الفساد وخصوصاً من أنواع البكتريا المكونة للجراثيم.

أهم أنواع الفساد التي تلحق بالمخللات:

01الخمائر المؤكسدة أو الخمائر الغشائية Oxidative or film or top yeasts

تنمو هذه الخمائر على سطح المخللات وتؤكسد حمض اللاكتيك إلى ماء وثاني أكسيد كربون وبذلك تخفض الحموضة وتهيئ الظروف لنمو البكتريا التعفنية وتسبب تلف المخللات ومن أمثلة هذه الخمائر *Debaromyces*، جنس *Candida* .

02الخمائر المخمرة أو الخمائر القاعية Fermentative or bottom yeasts

مثل أجناس *Torulopsis, Torulaspora, Brettanommyces, Hansenula* تنمو داخل المخللات وتكون كمية كبيرة من الغازات تؤدي إلى طفوالمخللات لأعلى خاصة النوع *Torulopsis caroliniana* الذي يعزل باستمرار من المخللات .

03مواد لزجة تتكون في المخللات نتيجة نمو أنواع من بكتريا *Lactobacillus plantarum* .

04اسوداد المخللات نتيجة تكوين كبريتيد الهيدروجين الناتج عن نمو *Bacillus subtilis*.

05تهتك أنسجة المخللات بفعل الأنزيمات المحللة للبكتين التي تكونها بعض أجناس البكتريا مثل *Achromobacter, Bacillus* وبعض الأعفان مثل *Penicillium, Alternaria, Fusarium*.

06تكوين غازات مختلفة وأحماض متنوعة نتيجة نمو البكتريا المكونة للجراثيم وهي *Clostridium*, *Bacillus* .

فساد العصائر Spoilage of juices

يحتوى عصير الفاكهة على كمية من السكر تتراوح ما بين 2٪ كما في عصير الليمون و17٪ كما في عصير العنب كما أن الحموضة pH تتراوح ما بين2.4(عصير الليمون)، 4.2(في عصير الطماطم) وأكثر في بعض العصائر الأخرى ولهذا تنمو الأعفان خاصة على سطح العصائر لأنها بحاجة للأكسجين وكذلك الخمائر . أما البكتريا فتنمو في العصائر القليلة السكر والحموضة وعند تخزين هذه العصائر

على درجة حرارة الغرفة تحدث التغيرات كما هو موضح بالجدول التالي كالتخمر الكحولي وأكسدة الكحول الناتج وأكسدة الأحماض العضوية الموجودة في الفاكهة خاصة بفعل الخمائر المكونة للأغشية Film yeasts و الفطريات عند توفر الأكسجين .

والخمائر المتوحشة Wild yeasts و هي التي تنمو عادة في العصائر وتنتج كمية متوسطة من الكحول وكمية كبيرة من الأحماض العضوية ، ونمو الخمائر يتم عندما تكون درجة الحرارة أقل من 30درجة مئوية أما إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 35°م عند ذلك تنشط البكتريا المنتجة لحمض اللاكتيك منتجة الحمض وأحماضاً طيارة أخرى وغير ذلك . وبما أن كمية السكر في عصائر الخضر قليلة ودرجة الحموضة فيها أكثر ارتفاعاً مما في عصائر الفاكهة (pH من 5 - 5.8 في معظمها) بالإضافة إلى احتوائها على عوامل النمو لذلك تكون البكتريا هي السبب الرئيس لفسادها وتأتي الفطريات والخمائر بالدرجة الثانية .

أما بالنسبة للعصائر المركزة التي تزداد فيها كمية السكر والحموضة فإن تلفها يحدث نتيجة نمو الخمائر والبكتريا المقاومة للأحماض ولتركيز السكر العالي Acid & sugar tolerant microorganismsمثل بعض الأجناس *Leuconostoc, Lactobacillus* وإذا علب العصير المركز فيفسد نتيجة الأجناس المكونة للجراثيم مثل *Clostridium and Bacillus* .

الجدول التالي يوضح أهم التغيرات التي تحدث في عصير الفاكهة الخام المحفوظ عند درجة حرارة الغرفة(جدول- 9).

جدول (9) يوضح أهم التغيرات التي تحدث في عصير الفاكهة الخام المحفوظ عند درجة حرارة الغرفة

نوع التغير	الميكروب المسبب
تخمر كحولي Alcoholic fermentation	خمائر مخمرة *Fermentative yeasts* خمائر مكونة للأغشية وأعفان في العصير *Film yeasts and molds*
أكسدة الكحول والأحماض الموجودة بالعصير	بكتريا الخل *Acetobacter*
تخمر لاكتيكي , تخمر السكر وإنتاج حامض اللاكتيك وأحماض أخرى Lactic acid fermentation	*Lactobacillus Brevis* *Lactobacillus arabinosus* *Lactobacillus liechmannii* *Lactobacillus pastorianus* *Lactobacillus mesenteroides* *Microbacterium*
تخمر الأحماض العضوية Organic acid fermentation تحول الـ Lactic acid, Malic acid في عصير التفاح إلى Succinic acid . وتحول Lactic acid, Citric acid في عصير الليمون إلى Acetic acid.	*Lactobacillus pastorianus*
تحول السكر إلى حامض البيوتريك وغازات Butyric acid fermentation	*Clostridium butyricum* *Clostridium acetobutyricum*
إنتاج لزوجة في العصائر Slime production	*Lactobacillus Brevis* *Leuconostoc mesenteroides* *Lactobacillus plantarium*

الباب الثاني

الأحياء الدقيقة في الحبوب ومنتجاتها

Microbiology of grains and its products

سطح الحبوب يحتوي على آلاف بل ملايين من الميكروبات في الجرام الواحد تتلوث بهاأثناء وجودها على النبات وعند حصادها وتجميعها على الأرض وخلال عملية الإنتاج وعند تخزينها وتداولها قبل وبعد الطحن والبكتريا التي تتواجد على الحبوب وفي طحنها هي: *Alcaligenes, Bacillus, Achromobacter, Serratia, Sarcina, Pseudomonas, Flavobacterium, Coliforms, Lactobacillus, Clostridium, Micrococous.*

وكذلك تتواجد جراثيم الفطريات مثل *Aspergillus, Penicilliun, Caldosporium, Alternaria* ورغم وجود هذه الميكروبات إلا أن الحبوب و الطحين لا يتعرضان للفساد إلا نادراً بسبب انخفاض الرطوبة فيها من(13- 15٪) لكن عند زيادة هذه الرطوبة في الطحين تنشط وتنمو الفطريات والخمائر و البكتريا ويحدث تخمر لاكتيكي بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وتخمر كحولي بفعل الخمائر.

عملية تنظيف الحبوب بغربلتها و تنقيتها وغسلها قبل الطحن ونخلها بعد الطحن تزيل كثيراً من الأحياء الدقيقة كما أن إجراء عملية التبييض للطحين وذلك بإضافة مواد كيميائية مؤكسدة مثل أكسيد النيتروجين أو الكلورين أو كلوريد النيتروسيل أو تراي كلوريد نيتروجين أو بيرو كسيد البنزويل وذلك من أجل زيادة بياض الطحين تمنع نمو الميكروبات في الطحين.

فساد الخبز بالميكروبات Microbial spoilage of bread

تحدث تغيرات عديدة في العجين بعضها ضروري لعمل أنواع مختلفة من الخبز والتخمر الذي يحدث عادة في العجين هو الذي تقوم به بكتريا حامض اللاكتيك Lactic acid bacteria وبكتريا القولون ونتيجة لذلك تتكون أحماض في العجين وكلما مضى وقت على العجين كلما زادت حموضته والخبز و المنتج منه يكون حامض كما يحدث في العجين تخمر كحولي بسبب نشاط الخمائر وتكون غاز ثاني وأكسيد الكربون الذي يكون الفقاعات في العجين وفي حالة وجود بكتريا حامض الخليك يتأكسد الكحول إلى حامض الخليك. وأثناء عملية الخبز وبسبب ارتفاع درجة حرارة الفرن تموت أغلب الميكروبات التي كانت في العجين ولهذا الخبز الخارج من الفرن يكون خاليا من الميكروبات إلا من بعض السبورات البكترية التي قاومت حرارة الفرن. لكن سرعان ما يتلوث الخبز بالأعفان والبكتريا خلال عملية إنتاجه وتداوله والتي تؤدي إلى فساده. وهناك نوعان شائعان من فساد الخبز أحدهما تسببه

الأعفان ويطلق عليه Moldiness والثاني تسببه البكتريا ويسمى بالمطاطية Ropiness حيث يصبح الخبز مطاطي ولزج ويمكن سحبه على شكل خيوط أو حبال Rope.

أولاً: فساد الخبز بالأعفان Moldiness

تعتبر الأعفان من أهم الميكروبات المسببة لفساد الخبز وبقية المعجنات Bakery products. وتكون حرارة الفرن أثناء عملية الخبز كافية للقضاء على الأعفان وسبوراتها لكن بعد الخبز تتلوث الأرغفة من الهواء أو من أيدي العمال والأقمشة والأكياس التي يلف فيها الخبز. وأهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز والتي تسمى Bread molds ، كما هي المذكورة في الجدول(15).

جدول(15) يوضح أهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز

اسم العفن	علامات العفونة
عفن الخبز الأسود *Rhizopus nigricans*	نمو قطني أبيض فيه نقاط سوداء صغيرة .
Penicillium expansum *Penicillium stoleniferum*	نمو أخضر اللون.
Aspergillus niger	نمو بني إلى أسود مع صبغة صفراء تنتشر داخل الخبز.
Monilia sitophila	نمو وردي أو أحمر في الخبز (الخبز الأحمر أو الدموي) Red or bloody bread
Mucor	نمو زغبي أبيض Fizzy growth

والظروف التي تساعد على انتشار هذا النوع من الفساد هي تقطيع الخبز إلى قطع صغيرة بما يساعد على وصول الهواء الضروري لنمو الأعفان كما أن لف الخبز وهو ساخن أو حفظه في أناء محكم الغطاء يؤدي إلى زيادة الرطوبة فيه مما يساعد على نمو الأعفان ولمنع فساد الخبز بالأعفان يجب اتباع الشروط التالية:

1. استخدام الأفران الأوتوماتيكية في إنتاج الخبز.
2. تهوية الخبز بسرعة بعد خروجه من الفرن باستخدام المراوح (الأوتوماتيكية).

3. تعريض الخبز للأشعة فوق البنفسجية للقضاء على الأعفان وإضافة مواد كيميائية مثل بروبيونات الصوديوم أو حامض السوربيك بنسبة 0.3٪ إلى العجين لكي تمنع نمو الأعفان فيه وفي الخبز.
4. تخزين الخبز في مكان بارد وجاف لحين الاستهلاك.

ثانياً: فساد الخبز بالبكتريا (المطاطية Ropiness)

يحدث أحياناً عند تخزين الخبز في مكان رطب دافئ ظهور لون بني ولزوجة داخل الخبز مع طعم حامضي ورائحة غير مقبولة وهذا النوع من الفساد يسمى بالمطاطية Ropiness وهي كلمة مشتقة من Rope أي حبل ذلك لأن المادة اللزجة المتكونة يمكن سحبها على هيئة حبال أو خيوط. والبكتريا المسببة لهذا الفساد هي بكتريا *Bacillus subtilis* التي تكون جراثيم قد تكون موجودة في الطحين وحيث أن درجة الحرارة داخل الرغيف أثناء الخبز لا تتجاوز مائة درجة مئوي تبقى هذه السبورات حية وتنمو عند توفر الظروف الملائمة لنموها. تكون هذه المواد اللزجة هو بسبب التحلل المائي لبروتين الطحين Gluten بواسطة الأنزيمات المحللة للبروتين التي تفرزها هذه البكتريا والتحليل المائي للنشا بواسطة أنزيمات Amylases وتكوين سكريات تشجع إنتاج المواد اللزجة التي تدخل في تركيب الحافظة Capsule أي المواد اللزجة أساسا هي مواد لتكوين الحافظة Capsular material

العوامل التي تساعد على حدوث هذا الفساد هي:

1. تلوث الطحين والعجين بسبورات البكتريا المسببة لهذا الفساد.
2. تبريد الخبز ببطء وخزنه في مكان رطب وحار.
3. عدم توفر الحموضة الكافية في الخبز لتمنع نمو هذه البكتريا حيث يتوقف نموها عندpH= 5 ولمنعه يجب استعمال أدوات نظيفة لمنع التلوث وتبريد الخبز بسرعة وتخزينه في مكان بارد وجاف وإضافة حامض الخليك أو الستريك أو اللاكتيك إلى العجين لزيادة الحموضة حتىpH= 5 وإضافة مواد حافظة مثل بروبيونات الصوديوم أو حامض السوربيك Sorbic acid إلى الطحين بنسبة(0.1- 0.3٪) لمنع نمو هذه البكتريا وبنفس الوقت منع نمو الأعفان.

هناك أنواع أخرى من الفساد تحدث للخبز لكنها نادرة الحدوث مثل نمو بكتريا *Serratia marcescens* أو عفن *Monilia sitophila* وتلون الخبز باللون الأحمر حيث يطلق عليه الخبز الأحمر أو الدموي Red or bloody bread كما أن نمو الفطريات الشبيه بالخمائر Yeast like fungi مثل *Trichosporon variable, Endomycopsis fibuliger* يؤدي إلى تكوين بقع طباشيرية بيضاء في الخبز عندها يسمى الخبز الطباشيري Chalky bread بالنسبة للمعجنات مثل الكيك تكون الأعفان هي

المسبب الرئيس لفسادها ويمكن منع هذا الفساد بإضافة المواد الحافظة (البروبيونات وحامض السوربيك) أما المكرونة عادة لا تفسد لكن عند زيادة الرطوبة فيها تنتفخ بسبب تكون غاز فيها.

نتيجة نمو بكتريا *Entrobacter cloacae* أو قد تتكون خطوط أرجوانية أو حمراء في المكرونة أثناء تجفيفها على الورق بسبب تلوثها بعفن *Monilia* يحدث بعض الأحيان تجلد Staling للخبز والمعجنات بسبب تغيرات فيزيائية وليس ميكروبية وتخزين الخبز في المجمدة يمنع حدوث هذه الظاهرة.

الباب الثالث

الأحياء الدقيقة في الأغذية السكرية

Microbiology of sugar moods

تحتوي الأغذية السكرية على نسبة عالية من السكر ولهذا تكون غير ملائمة لنمو أنواع كثيرة من الميكروبات لكن هناك أحياء مجهرية تتمكن من النمو في مثل هذه الأغذية وهي التي يطلق عليها الأحياء المجهرية المحبة للتركيز العالي من السكر أو المحبة للاسموزية Osmophilicmicro rganisms وكلما انخفضت نسبة السكر في الأغذية كلما زادت أنواع وأعداد الأحياء المجهرية فيها. وفيما يلي الأغذية السكرية:

أولاً: السكروز Sucrose

العصير الخام الذي يستخلص من قصب السكر Sugar cane أو من البنجر Beet يحتوي على أعداد هائلة من الميكروبات تصل إلى الملايين في المليلتر الواحد مصدرها التربة والنباتات ذاتها والماء والأسمدة والهواء وغيرها. ونمو هذه الميكروبات في عصير السكروز يسبب مشاكل كثيرة له ذلك بسبب تكوينها مواد لزجة تعرقل البلورة والتصفية. كما أن الأعفان والخمائر تحلل السكروز إلى سكريات أحادية ومن ثم إلى كحول وأحماض وأهم أنواع البكتريا التي تكون مواد صمغية لزجة في عصير السكروز هي *Leuconostoc mesenteroides* و *Leuconostoc dextranicum* التي تكون مادة الديكستران Dextran وبعض الأنواع التابعة لجنسي *Bacillus* التي تكون مادة Levan ، ومادتا الديكستران والليفان عبارة عن سكريات متعددة تدخل في تركيب المواد الصمغية. وكلما زاد تركيز السكر أثناء التصنيع كلما قل عدد الميكروبات إلى أن يصل التركيز إلى 70٪ عندها يتوقف نمو أغلب الميكروبات ماعدا بعض الخمائر.

وأهم الميكروبات التي تتواجد عادة في عصير السكروز والتي تسبب فساده هي: *Leuconostoc, Saccharomyces, Aspergillus, Bacillus, Candida, Cladosporium, Micrococcus, Pichia, Monilia, Flavobacterium, Zygosoccharomyces, Stemphylium, Achromobacter, Sterigmatocystis, Aerobacier.*

وبعد عملية البلورة والتنقية والتعبئة نجد أن هذا السكر المطروح في الأسواق لا يحتوي إلا على أعداد قليلة من الميكروبات لا تتعدى المئات في الغرام الواحد وأغلبها عبارة عن جراثيم بكتيرية. وفساد السكر نادر الحدوث إلا إذا تعرض السكر للماء وزادت رطوبته عندها تنمو عليه بعض الخمائر مثل *Rhodotorula, Saccharomyces* , وبعض الأعفان مثل *Aspergillus*. أما المواد المتبقية من قصب السكر بعد استخلاص السكر منه والتي يطلق عليها المولاس Molasses فنادراً ما تفسد لكن في حالة

انخفاض تركيز السكر فيها إلى45–55٪ عندها تنمو بعض الخمائر مثل *Zygosoccharomyces* وبكتريا *Clostridium butyricum* وتسبب فسادها بتكون غازات وأحماض وكحول . ويستعمل المولاس في السنين الأخيرة كمادة خام لتنمية بعض الأعفان عليه لإنتاج أحماض عضوية وتنمية خمائر من أجل إنتاج البروتين المستخدم في العلائق الحيوانية.

ثانياً : العسل والدبس Honey and date syrup

من أهم مصادر تلوث العسل بالميكروبات هي أمعاء النحلة نفسها فلقد وجد أن الخمائر والبكتريا تصل إلى العسل من أمعاء النحل كما أن الأزهار التي يمتص رحيقها النحل مصدر من مصادر التلوث زيادة على المصادر الأخرى التي تلوث العسل أثناء جنيه وتنقيته وتعبئته. لكن كما هو معلوم العسل ذو رطوبة لا تتعدى 25٪ ذلك بسبب تركيز السكر العالي 70- 80٪ كما أن دالة الحموضة فيه منخفضة (pH=3.4) ولهذا لا تنمو فيه إلا الميكروبات المحبة لتركيز السكر العالي *Osmophiles* خاصة الخمائر التابعة لجنس *Zygosaccharomyces* مثل *Z. mellis* و *Z. richten* والخميرة من نوع *Torula mellis*. أما الأعفان فغالبيتها لا تنمو على العسل لكن بعض أنواع جنس *Mucor* و *Penicillium* تنمو فيه ببطء شديد. والخمائر والأعفان تنمو عادة على سطح العسل ذلك لأن الطبقة السطحية تمتص رطوبة الجو مما يؤدي إلى انخفاض تركيز السكر فيها وتوفير الرطوبة لنمو الأحياء المجهرية ثم تدريجيا تتطبع هذه الأحياء على التركيز العالي للسكر. تخمر هذه الخمائر سكر العسل لكن ببطء قد يمتد لأشهر وتكون ثاني أكسيد الكربون وكحولا وأحماضا طيارة تعطي نكهة غير مرغوبة في العسل وكذلك يؤدي التخمر إلى اسوداد وبلورة العسل والنتيجة أنه يكون مرفوضا من قبل المستهلك.

بالنسبة للدبس نادرا ما يفسد بسبب التركيز العالي للسكر (70–80٪) كما أنه يبستر على درجة80 مئوية لعدة دقائق أثناء تعليبه وهذه المعاملة الحرارية تقضى على غالبية الميكروبات ولكن حدوث عيب في العلبة أو عدم كفاءة المعاملة الحرارية عندها يحدث فساد للدبس نتيجة تكوين أحماض وكحول وغازات فيه تؤدي إلى انتفاخ العلبة وهذا يحدث بسبب نمو الميكروبات وتخميرها للسكريات وخاصة الخمائر المحبة للتركيز العالي من السكر من جنس *Zygosoccharomyces* .

ثالثاً : المربات والحلوى jams and candy

كما هو الحال في الدبس والعسل تحتوى المربات على تركيز عال من السكر (70٪) زيادة على ذلك تبستر عند درجة حرارة80- 90 درجة مئوية لعدة دقائق وهذان العاملان كافيان لمنع نمو كثير من الميكروبات لكن أي عيب في لحام العلب أو عدم الدقة في المعاملة الحرارية يهيئ الظروف لنمو بعض

الأعفان والخمائر التي تخمر السكريات وتكون الأحماض والغازات التي تؤدي إلى انتفاخ العلب ومن أمثلة الأعفان التي تنمو في المربات *Aspergillus, Penicillium* والتي تنمو على الطبقة السطحية لحاجتها للهواء ولتوفر الرطوبة أكثر عند الطبقة السطحية.

كما وجد أن العفن *Byssochlamys fulva* يتحمل الحرارة التي تبستر عندها المربات ولهذا ينمو فيها ويسبب فسادها.

تحوي بعض الحلوى المباعة في الأسواق خاصة المحشية منها على مئات من الميكروبات في الغرام الواحد ومصدر هذه الميكروبات مواد الحشوة نفسها والهواء والأدوات والعمال أثناء تصنيع وتداول الحلوى والحلوى المحشية تفسد بسبب نمو البكتريا اللاهوائية *Clostridium* داخل الحشوة حيث تنتج كمية كبيرة من الغاز يؤدي إلى انفجار الحلوى خاصة إذا كانت الطبقة المحيطة بالحشوة رقيقة.

أسئلة

أجب عن الأسئلة التالية :

1- اذكر بالتفصيل العوامل التي تسبب فساد الخضر والفاكهة الطازجة ؟

2- ما هو التعفن البكتيري الطري – اذكر اسم الميكروب المسبب ؟

3- اذكر اسم الميكروب المسبب في كل مما يلي:

1. التعفن المائي الرخو ؟
2. التعفن الرصاصي ؟
3. التعفن الريزوبوسي الرخو ؟
4. التعفن الأزرق ؟
5. التعفن الأسود ؟
6. التعفن البني ؟
7. التعفن الوبري أو الزغبي ؟

4- اذكر أهم المكروبات التي تسبب فساد الفواكه والخضر المجففة ؟

5- ما هي أهم أنواع الفساد التي تلحق بالمخللات ؟مع ذكر الميكروبات في كل حالة ؟

6- اذكر أهم أنواع التغيرات التي تحدث في عصير الفاكهة المحفوظ عند درجة حرارة الغرفة ؟

7- ما هو مصادر تلوث الحبوب ؟

8- ما هي وسائل إزالة التلوث الميكروبي في الحبوب ؟

9- ما هو المواد الكيميائية المضافة للطحين لتبييضه ؟

10- اذكر التخمرات التي تحدث في الحبوب ؟

11- ما هي أهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز ؟

12- ما هي الظروف التي تساعد على فساد الخبز بالأعفان ؟

13- ما هي الشروط الواجب اتخاذها لمنع فساد الخبز بالأعفان ؟

14- اذكر بالتفصيل العيب المسمى بالمطاطية ؟

15- ما هي العوامل التي تساعد على ظهور عيب المطاطية ؟

16- اذكر أنواع العيوب الأخرى والميكروب المسبب في كل منها؟

أ- الخبز الدموي أو الأحمر ؟

ب- الخبز الطباشيري ؟

ج- انتفاخ المكرونة ؟

د- الخطوط الأرجوانية في المكرونة ؟

1. ما هي أنواع البكتريا التي تكون لزوجة عصير السكروز ؟
2. ما هي المواد التي تنتجها الميكروبات وتعمل على لزوجة محلول السكروز ؟
3. ما هي الخمائر التي تنمو على المولاس ؟
4. ما هي المواد التي تنتج نتيجة نمو الخمائر على العسل ؟
5. ما هو مصادر تلوث العسل ؟
6. ما هو نوع العفن الذي يمكن أن ينمو على المربات ؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الأحياء الدقيقة في الأغذية الحيوانية

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية الحيوانية، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن وجودها.

الأهداف:

1- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية الحيوانية.

2- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة98٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: 6ساعات.

الوسائل المساعدة:

1- استخدام اللوحات الإرشادية.

2- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

1- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.

2- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية

الباب الأول

الأحياء الدقيقة في اللحوم

Meat microbiology

تتعرض اللحوم المذبوحة لكثير من التغيرات التي تحدث بفعل الأنزيمات الموجودة بها طبيعيا وأيضا بواسطة الميكروبات المختلفة الملوثة للسطح بالإضافة إلى أن الدهن يكون عرضة للتأكسد الكيميائي أوالتزنخ. بالنسبة للتغيرات التي تحدث بفعل الأنزيمات وهي يطلق عليها Autolysis يكون مناسبا ومرغوبا فيه كما يحدث من عملية Tenderizing تطرية اللحوم حيث تجرى في جو الثلاجات وتحمل التأثير على بروتينيات العضلات والأنسجة الرابطة وقد يحدث تحلل بسيط للدهن وزيادة التحلل الذاتي يطلق عليه Souring نسبة لتكون بعض الأحماض ولو أن هذا الاصطلاح يكون غير صحيح نظرا لأن أغلبه راجع لتحلل البروتينات إلا أنه لا يمكن اعتباره إلا نوعاً من الفساد.

ويمكن القول أن التحلل الذاتي للبروتينات بواسطة الأنزيمات الموجودة طبيعياً باللحم يساعد الميكروبات في الابتداء والشروع في النمو لأنه يوفر لها المركبات النتروجينية البسيطة السهلة المهاجمة عن البروتين الذي يكون في أغلب الأحيان في صورة غير قابلة للاستفادة منه لكثير من الميكروبات.

وتحتوي اللحوم الحمراء على العناصر الغذائية اللازمة لنمو معظم الميكروبات, كما أن رطوبة هذه اللحوم ملائمة للنمو وحموضتها pH تقع ضمن الحدود الملائمة لنمو أغلب الميكروبات كما يتضح من الجدول التالي:

العوامل المؤثرة على النمو في ذبائح البقر

مصادر النيتروجين كبروتين (18.0٪)، الماء الكربون ككربوهيدارت(صفر٪)، رماد أو معادن (0.9٪، الماء(6.1٪)، الدهون(21 ٪)، فيتامين الثيامين(0.08 ملجم/100جم)، فيتامين الريبوفلافين(0.16 ملجم/100جم)، فيتامين النياسين(4.22 ملجم/100جم، درجة الحموضة pH(5.5–6.8)، جهد الأكسدة والاختزال Eh هوائيا على السطح ولا هوائي في عمق الأنسجة.

مصادر تلوث اللحوم:

العوامل المحيطة بتربية ونقل وذبح الحيوانات وتخزين وتسويق لحومها تعتبر المصادر الرئيسة لتلوث لحوم الحيوانات بالأحياء المجهرية. فعند ذبح الحيوانات وسلخها وتقطيع لحومها تكون معرضة للتلوث من السكاكين والأدوات المستعملة والماء المستعمل لغسل اللحم ومن ملابس العمال وأياديهم وجلد الحيوان

وحوافره وأحشائه المحملة بأعداد هائلة من الميكروبات تساهم في تلويث اللحوم بالإضافة إلى أرضية المكان الذي يذبح فيه الحيوان والمناضد التي يقطع عليها وجدران المذبح وتواجد القوارض والحشرات فيه كلها يمكن أن تكون مصادر التلوث وبعد عملية الذبح والتقطيع فأن عربات النقل التي تنقل بواسطتها اللحوم ومحلات الجزارة غير النظيفة وأدوات الجزار من سكاكين وميزان وأكياس والعاملين أنفسهم في النقل وفي عمليات الجزارة تكون مصادر إضافية للتلوث وتختلف شدة تلوث اللحوم تبعاً للشروط الصحية المتوفرة أثناء تجهيز وبيع اللحوم فكلما ا تبعت الشروط الصحية بصورة صحيحة كلما أبعدنا خطر تلوث اللحوم بالبكتريا التي تفسده وتسبب خسارة اقتصادية.

الميكروبات المنتشرة في اللحوم:

كما ذكرنا سابقاً يعتبر اللحم وسطاً مثالياً لنمو كثير من الأحياء المجهرية لتوفر الرطوبة والمركبات النتروجينية والعناصر الأساسية الأخرى وبعض الفيتامينات وبما أن مصادر تلوث اللحوم تكون مختلفة كالماء والتربة لهذا تتواجد على اللحوم الطرية أنواع كثيرة من الأحياء المجهرية كما بالجدول وتعتبر البكتريا التابعة لجنسي *Achromobacter Pseudomonas* أكثر الأحياء المجهرية انتشاراً في اللحوم, وأثناء الإنتاج تضاف أنواع أخرى من البكتريا والأعفان(جدول- 10).

جدول(10)أهم أجناس الأحياء الدقيقة المتواجدة في اللحوم الحمراء

البكتريا Bacteria	الأعفان Molds
Pseudomonas, Proteus, Micrococcus, Streptococcus, Sarcina, Leuconostoc, Lactobacillus, Flavobacterium Achromobacter,.	*Alternaria, Cladosporium, Geotrichium, Monilia, Mucor, Penicillium, Sporotrichum, Thamnidium.*

اللحوم المفرومة:

تحتوي على أعداد من البكتريا أعلى مما هو في القطع الكبيرة ولقد عزي ذلك للأسباب التالية:

01تجهيز اللحوم المفرومة من بقايا اللحوم والقطع الصغيرة المتبقية من اللحم ويضاف بعض الأحيان لها أجزاء من الأمعاء أي تحضر من القطع غير الجيدة والتي يكون محتواها عالياً من الأحياء الدقيقة.

02استخدام الطاحونة أو المفرمة Grinder وسكاكين التقطيع تضيف أعداداً من البكتريا إلى اللحم كما أن عملية الفرم تعمل على نشر الأحياء الدقيقة إلى جميع نقاط اللحم.

03اللحم المفروم ذو مساحة سطحية أكبر من قطعة اللحم الكاملة وكما في اللحم المفروم مسامات هوائية كثيرة توفر الأكسجين لنمو الميكروبات الهوائية.
04في حالة وجود قطعة صغيرة واحدة ملوثة مفرومة مع اللحم ستلوث كل اللحم وتلوث المفرمة وبذلك تلوث اللحم الذي سيفرم بنفس المفرمة.
05انتشار وتماس الميكروبات بعصارة اللحم أثناء هرسه مما يجعل مناخ النمو أفضل.بالنسبة للحوم المصنعة كالمقانقSausage والبسطرمة والهامبورجر يكون محتواها من الأحياء المجهرية عاليا جدا ذلك لاحتكاكها بأيدي وملابس العمال أثناء التصنيع وكثرة لمسها باليد واستعمال أدوات كثيرة وإضافة مواد ثانوية لها مما يزيد من حملها الميكروبي.

بعض أعضاء الحيوان كالكبد والرئة والطحال تحتوي على أعداد كبيرة من الميكروبات لأن هذه الأعضاء تعمل كمرشح للميكروبات أثناء دوران الدم خلالها كما أن درجة الحموضة pH فيها أعلى من بقية اللحم مما يسرع من نشاط الأحياء الدقيقة فيها.

ولقد وضعت كثير من الدول مواصفات بكترولوجية قياسية للحوم ففي الولايات المتحدة الأمريكية تنص هذه المواصفات على أنه يجب أن لا يزيد العدد الكلي للميكروبات في الغرام الواحد من اللحم عن(1–5)مليون وأن لا يزيد عدد بكتريا *E. coli* عن(10- 50) في الجرام الواحد.

فساد اللحوم بفعل الميكروبات:

بعد ذبح الحيوان وموته تهاجم أنسجته الداخلية (اللحم) بمختلف الأحياء الدقيقة التي تسبب فسادها ولكي تقلل من فرص تلوث هذه الأنسجة ولإعاقة نمو الميكروبات فيها يجب اتباع الشروط التالية:

1. عدم إعطاء أكل للحيوان لمدة أربع وعشرين ساعة قبل ذبحه وذلك لكي تقلل عدد الأحياء المجهرية في أحشائه وبالتالي تقليل فرص تلوث اللحم من الأحشاء أثناء الذبح والتقطيع.
2. اتباع طريقة ذبح جيدة وسريعة والعمل على أن تنزف أكثر كمية من الدم من جسم الحيوان لأنه كلما كانت كمية الدم قليلة في جسم الحيوان المذبوح كلما كان تخزينه أحسن وتعرضه للفساد أقل.
3. عدم ذبح الحيوان وهو مجهد ذلك لأن هيجانه قبل الذبح يؤدي إلى استهلاك كمية كبيرة من الجليكوجين Glycogen وعند الذبح لا تتكون كميات كبيرة من حامض اللاكتيك Lactic acid الذي هو ضروري لخفض درجة الحموضة في اللحوم من(7.2- 5.7) وهذه الحموضة تعيق نمو بعض الأحياء في اللحم, والحيوان المجهد أو الهائج يصعب نزف كل دمه أثناء الذبح وبقاء

كمية كبيرة من الدم في اللحم تساعد على نشر البكتريا وأثناء هيجان الحيوان تخرج سوائل كثيرة من الخلايا وتتجمع وتصبح بيئة صالحة لنمو الميكروبات زيادة على أن هيجان الحيوان يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة اللحم وإحداث تغيرات كيمائية تسهل نمو ونشاط الأحياء المجهرية فيه.

4. سرعة تبريد اللحم بعد الذبح مباشرة لكي تقلل فرص الفساد حيث أن يبرد اللحم إلى درجة الصفر المئوي خلال مدة لا تتجاوز24ساعة بعد الذبح

بالإضافة إلى ذلك فإن صفات اللحم الكيميائية والفيزيائية تؤثر على نمو الأحياء الدقيقة فيه فكلما زادت المساحة السطحية للحم كلما زادت فرص التلوث ووجود طبقة دهنية سميكة على سطح اللحم تحد من نمو الميكروبات كما أن درجة حرارة اللحم ورطوبته ودرجة الحموضة فيه وتركيبه الكيمائي كلها عوامل تؤثر على نمو الميكروبات وتسبب فساد اللحوم بمجاميع مختلفة من الأحياء الدقيقة منها هوائية وأخرى غير هوائية على الوجه التالي:

أولاً: فساد اللحوم تحت الظروف الهوائية Aerobic meat spoilage

تفسد اللحوم عند تخزينها تحت الظروف الهوائية بواسطة البكتريا الهوائية والأعفان.

أ- الفساد بسبب البكتريا الهوائية الفاسدة التالية في اللحوم:

1- لزوجة سطحية Surface slime

تنمو أجناس كثيرة من البكتريا على سطح اللحوم وتفرز مواد لزجة بحيث تكون طبقة لزجة مخاطية على سطح اللحم وتتكون هذه الطبقة عادة عندما تصل أعداد البكتريا3–300 مليون بكتريا في السنتمتر المربع الواحد من سطح اللحم وأهم البكتريا التي تسبب هذه اللزوجة هي التابعة للأجناس *Pseudomonas, Achromobacter, Streptococcus, Leuconostoc, Lactobacillus, Bacillus, Micrococcus.*

2- التغيرات اللونية:

اللون الأحمر في اللحم يسمى Bloom وهو يتغير إلى اللون الأخضر أو البني أو الرمادي ونتيجة لتكشف المركبات المؤكسدة مثل البيروكسيدات وكبريتيد الهيدروجين بواسطة أنواع من البكتريا *Lactobacillus & Leuconostoc* من نوع متغايرة الاختمار والأخيرة تسبب اخضرار السجق (المقانق)

3- التغيرات في الدهن:

تحدث أكسدة كيميائية في الظروف الهوائية في الدهون غير المشبعة ويساعد حدوثها الضوء وآثار النحاس هناك أنواع كثيرة من البكتريا تكون إنزيمات الليبيز التي تحلل الدهون الموجودة في اللحم إلى أحماض دهنية وجليسرول نتيجة هذا التحلل تتكون أحماض والألديهيدات ذات روائح كريهة وهذا ما يطلق عليه بالتزنخ، ونتيجة لهذه الظاهرة قد يتحول لون الدهن من الأصفر إلى الأخضر ثم الأرجواني والأزرق، والبكتريا من جنسي *Pseudomonas, Achromobacter* وبعض الخمائر مسئولة عن هذه الظاهرة.

4- تبقع اللحوم:

تحدث تغيرات لونية على السطح وتتكون بقع لونية مختلفة فالبقع الحمراء تحدث نتيجة *Pseudomonas, Syncyanea, Serratia, Marcescens* *واللون* الأصفر لميكروبات *Flavobacterium, Micrococcus* اللون الأخضر المشوب بالزرقة *Chromobacterium lividum*

5- الروائح الكريهة والطعم الرديء

نتيجة لنمو البكتريا على السطح وإنتاج أحماض عضوية وغازات تعطي رائحة وطعما كريهين للحم والأحماض هي من الأنواع الطيارة مثل الفيوماريك والبيوتريك والخليك والبربيونيك وهذه نتيجة من نمو الخمائر.

6- الطعم القديم أو المخزون

الـ *Actinomycetes* مسئولة عن الطعم العفن أو القذر أو تكسب اللحم رائحة التربة المرشوشة حديثاً بالمياه.

ب- الفساد بسبب الأعفان و الخمائر:

الخمائر عندما تنمو على سطح اللحم وتسبب الريم Sliminess وتحلل الدهن وتنبعث الروائح الكريهة وكذلك يتغير اللون إلى اللون الأبيض أو الكريمى أو الأحمر أو البني وذلك يرجع إلى الصبغات المصحوبة لنمو الخميرة.

أما نمو الفطريات: ربما يسبب:

1- اللزوجة Stickiness لنمو الفطريات وتكوينها لطبقة لزجة على سطح اللحم.

2- النمو الوبري أو الزغبي Whiskers

عندما تكون اللحوم مخزنة على درجة حرارة قريبة من التجمد فيحدث كمية محدودة من النمو الميسليومي محدثة نموا زغبيا وبريا أبيض وتسببه فطريات من أجناس *Thamnidium, Mucor, Rhizopus*

3- البقع السوداء: تسببها فطر *Cladosporium herbarum*

4- البقع البيضاء:

وتسببها فطر *Sporotrichum carnis* وهو النوع الشائع الذي يسبب البقعة البيضاء على الرغم من أن الرطوبة تساعد أي فطر كي يعطي مستعمرات بيضاء مثل *Geotrichum* يمكن أن يسبب البقع البيضاء.

5- البقع الخضراء:

يتسبب عن جراثيم أنواع من البنيسيليوم *Penicillium sp*

6- هدم الدهون:

أغلب الفطريات لها القدرة على إفراز إنزيم الليبيز الذي يسبب تحلل الدهون ويساعد على أكسدته.

7- الروائح والنكهة غير المرغوبة:

الفطريات تعطي رائحة ونكهة غير مرغوبة عند النمو وفي بعض الأحيان يعطي هذا العيب اسماً يدل على اسم الفطر المسبب مثل *Thamnidium taint* والبقع التي تتكون على السطح بواسطة الخمائر والفطريات يمكن إزالتها بدون تلف من على السطح. وسوف يحدد مدى وعمق الفساد الناتج على الوقت التي تترك فيه المواد غير المرغوبة المتكونة لتنفذ وتنتشر خلال اللحم.

واتساع النمو الميكروبي على السطح يحدث نفاذاً أعمق وبالتالي قد يسمح لكثير من البكتريا الاختيارية أن تنمو بالداخل ببطء.

ثانياً: فساد اللحوم تحت الظروف اللاهوائية Anaerobic meat spoilage

عند تخزين اللحوم تحت الظروف اللاهوائية تعمل البكتريا اللاهوائية إجبارا أو اللاهوائية اختيارا على إفساد هذه اللحوم إما بتكوين حموضة فيها أو تكوين رائحة أو طعم غير مقبولين أو تعفينها كالجدول. فنشاط هذه البكتريا في اللحوم يؤدي إلى تكوين أحماض وغازات مختلفة مثل حامض الفورميك والخليك والبروبيونك والبيوترك والسوكسينيك واللاكتيك وغيرها التي تعطي رائحة وطعما وحموضة غير مقبولة للحم. أما عند تحلل البروتين لا هوائيا أي التعفن Putrefaction فتتكون مواد عفنة

مثل كبريتيد الهيدروجين(H_2S) الأمونيا(NH_3) الأندولIndole السكاتولSkatole المركبتان Mercaptans وغيرها من الميكروبات المسببة لهذه الظواهر مذكورة في الجدول(11).

جدول(11) يبين أنواع الفساد في اللحوم تحت الظروف اللاهوائية والبكتريا المسببة له.

نوع الفساد	البكتريا المسببة
حموضة اللحم Souring	*Clostridium, Coliforms*
طعم ورائحة كريهين Off odor&taste	*Clostridium, Coliforms, Proteus*
تعفن Putrefaction	*Clostridium, Coliforms, Proteus*

حموضة اللحم Souring

يطلق على الرائحة المتخمرة وربما على الطعم أيضا ويرجع ذلك إلى تكوين أحماض مثل الفورميك, والبيوتريك, الخليك وأحماض دهنية وعضوية أخرى مثل اللاكتيك والسكسينيك وهذه الحالة تحدث إما بفعل الإنزيمات الموجودة باللحم طبيعياً في وأثناء فترة التعتيق Aging أو بفعل البكتريا اللاهوائية وإنتاجها لمركبات من الأحماض الدهنية, أو لتحلل البروتين بدون تعفن بواسطة أنواع من البكتريا الاختيارية واللاهوائية ويطلق عليها Stinking sour fermentation والحامض والغاز المتكون الذي يصاحب نمو أنواع من الـ *Clostridium* المكونة لحمض البيوتريك ونمو مجموعة القولون Coliform group على الكربوهيدرات.

التعفن Putrefaction

ويمكن تحديده بأنه هدم لا هوائي يتم أساساً للبروتين مع إنتاج مركبات لها رائحة كريهة مثل كبريتيد الهيدروجين والمركبتان والأندول السكاتول والأمونيا والأمينات وتتكون هذه عادة بواسطة أنواع *Clostridium* اللاهوائية وأنواع عديدة من البكتريا تقع تحت أجناس *Proteus, Pseudomonas, Achromobacter* ويطلق اصطلاح تعفن خطأ على أي نوع من أنواع الفساد يكون مصحوباً برائحة قذرة سواء كان لفعل الهدم اللاهوائي للبروتينات أو لتكسير مركبات أخرى حتى لو لم تكن بروتينية وعلى سبيل المثال مركب التراي ميثيل أمين في الأسماك يوصف على أنه عفن.

النتانة Taint

وهو يطلق خطأ أيضا على كثير من الروائح غير المرغوبة فيها أو الطعم غير المستحب بينما يقصد بهذا الاصطلاح في اللحوم التخمر والتعفن في لحم الهام Ham (فخذ الخنزير المملح).

الباب الثاني

الأحياء الدقيقة بالأسماك Fish microbiology

تعتبر لحوم الأسماك السليمة والحديثة الاصطياد خالية من الناحية العلمية من الميكروبات في حين تحوي حراشف وجلد وخياشيم وأحشاء الأسماك على أعداد هائلة من الميكروبات وتختلف هذه الأعداد، خاصة على جلد السمك باختلاف الظروف المحيطة بنمو وتكاثر الأسماك. بعد موت السمك تنتقل هذه الميكروبات من الجلد والأحشاء والخياشيم إلى اللحم فتلوثه، وطريقة انتقال هذه الأحياء درست بواسطة كثير من الباحثين ووجد أن أكبر مصدر لتلوث لحم السمك هي أحشائؤه، والمواصفات القياسية البكتريولوجية العالمية تنص على أنه يجب أن لا يزيد الأعداد الكلية للبكتريا في لحم السمك على نصف مليون في الجرام الواحد وأعداد بكتريا القولون يجب أن لا تزيد على 200 خلية بكتيرية في الجرام الواحد وبكتريا *E. coli* وبكتريا *Staphylococcus aureus* عن100 في الجرام الواحد.

والبكتريا المتواجدة عادة على الأسماك تابعة للأجناس التالية:

Pseudomonas, Serratia, Microbacterium, Achromobacter, Sarcima, Vibrio, Flavobacterium, Micrococcus , Bacillus, Photobacterium, Aeromonas Clostridium, , Alcaligenes, Escherichia, Corynebacterium, Cytophaga, Lactobacillus, Brevibacterium.

وقد تتلوث الأسماك بأجناس أخرى من البكتريا المراضية كالسالمونيلا والعنقوديات المسبحيات والشيجيلا وغيرها وأكثر هذه الأجناس انتشارا في الأسماك هي جنس *Pseudomonas, Achromobacter* فقد وجد في كثير من الأبحاث أن هذين الجنسين يكونان أكثر من 50٪ من العدد الكلي للبكتريا على الأسماك.

وأسماك المياه العذبة تحتوي على بكتريا أكثر عددا ونوعاً من الأسماك البحرية بسبب ملوحة مياه البحر الذي لا يلائم نمو كثير من الميكروبات وتنتشر عادة على الأسماك البحرية البكتريا المولدة للضوء Photogenic bacteria مثل *Photobacterium Phosphoreum, Photobacterium fisheri* وكذلك جنس *Vibrio* وبعض الأجناس الأخرى التي تتحمل ملوحة مياه البحر.

مصادر تلوث الأسماك:

مصادر تلوث الأسماك كثيرة ابتداء بالماء الذي يعيش فيه فقد يكون هذا الماء ملوثا نتيجة رمي مخلفات المجاري فيه ورمي الحيوانات الميتة بالبكتريا المرضية وبذلك تنتقل هذه البكتريا بواسطة الخياشيم وخلال الجلد إلى لحم السمك وقد يأتي التلوث من أدوات الصيد كالشباك وأرضية المراكب والصناديق التي توضع فيها الأسماك, كما يساهم الصيادون في تلوث الأسماك بالإضافة إلى التلوث الحاصل نتيجة لتسويق الأسماك في الأسواق غير النظيفة ومن البائعين وطريقة البيع البدائية الرديئة حيث تنتزع أحشاء الأسماك المباعة قرب الأسماك الأخرى وتلوثها أو يوضع السمك كله في حوض ماء واحد, فعندها تلوث السمكة الملوثة الماء وبقية الأسماك الجيدة ولتلافي ذلك يجب غسل الأسماك بماء الحنفية الجاري كل سمكة لوحدها. كما أن العاملين في صيد وتسويق الأسماك والذين تتواجد على جلودهم بثرات ودمامل قد يلوثوا الأسماك ببكتريا *Staphylococcus aureus* بالإضافة إلى احتمالية تلويث الأسماك ببكتريا من المصابين والحاملين لبكتريا *Salmonella* و *Shigella* .

التيبس الرمي Rigor mortis

هو حالة من تصلب الأنسجة التي تعقب موت السمكة وتبدأ هذه الحالة غالباً بعد الموت بفترة تتراوح بين 1 إلى 7ساعات بينما تحدث في الأسماك المذبوحة (التي أجرى ذبحها وهي حية) بعد الذبح بحوالي 5- 22ساعة ويعتبر التيبس الرمي من أهم الأسباب التي تؤخر بدء حدوث التحلل الذاتي Autolysis والتلف البكتيري للأنسجة حيث أن التلف يحدث بعد الخروج من حالة التيبس الرمي, ويستمر التيبس الرمي في الحيوانات الثديية من 20إلى 120ساعة, ويمكن إطالة فترة التيبس الرمي وذلك بالتبريد الجيد للأسماك ويؤثر التبريد أيضا على النمو البكتريولوجي مما يجعل الهدم يسير ببطء..

فساد الأسماك Fish spoilage

يفسد لحم السمك نتيجة عوامل مختلفة منها التحلل الذاتي Autolysis أو نتيجة تأكسده Oxidation أو بفعل الميكروبات Microbial activity وغالباً ما يكون الفساد نتيجة هذه العوامل الثلاثة مجتمعة معاً, ولحم السمك أسرع فساداً من اللحوم الأخرى بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة فيه وليونة أنسجته وسرعة عمل الأنزيمات على هذا النوع من الأنسجة كما أن حموضته نسبياً أقل من حموضة اللحوم الأخرى ودهن السمك أسرع في الأكسدة من دهن اللحم العادي ويبدأ الفساد بعد أن تحدث ظاهرة التيبس Rigor mortis لجسم السمكة وخروج السوائل من داخل الخلايا وتكون وسط ملائم لنمو الأحياء المجهرية. وكلما تأخر حدوث ظاهرة التيبس الجسدي كلما طالت مدة حفظ السمكة بدون

فساد. ويظهر التيبس بسرعة عندما تكون الأسماك مجهدة أو عند عدم توفر الأكسجين وارتفاع درجة الحرارة.

مظاهر فساد الأسماك

ويمكن تمييز السمك الفاسد من الجيد من المظهر الخارجي حيث يفقد السمك لونه الفاتح الطبيعي ويتحول إلى لون داكن بني أوأصفر وتزداد كمية المواد اللزجة على سطحه وفي الخياشيم وعلى الزعانف ويتحول لون الخياشيم من الأحمر إلى الرمادي وتغور العينان إلى الأسفل والعضلات تصبح لينة كثيرة السوائل بحيث لو ضغط عليها بالإصبع تخرج السوائل وينخفض الجزء المضغوط ولا يرجع إلى حالته الأولية وتستعمل مادة Trimethylamine كمقياس لفساد الأسماك, فكلما كانت كمية هذه المادة أكثر, كلما كان الفساد أكبر أو بتقدير كمية الأحماض العضوية الطيارة Volatile organic acids أو بعض المركبات الكيميائية الأخرى التي تتكون نتيجة الفساد مثل كبريتيد الهيدروجين و الأمونيا وغيرها حيث إنه من الصعب إجراء الفحوصات البكتريولوجية لتقدير فساد الأسماك بالسرعة المطلوبة.

العوامل المؤثرة على نوع وسرعة فساد الأسماك

هناك عوامل كثيرة تتحكم بفساد السمك منها :

1- نوع السمك:

تختلف الأسماك بالنسبة لقابليتها للفساد فعادة الأسماك المفلطحة Flat fish أسرع فساداً من الأسماك الأنبوبية ذلك لأن حالة التيبس الجسدي تظهر فيها أسرع لكن هناك بعض الأسماك المفلطحة لا تفسد بسرعة بسبب انخفاض قيمة pH في لحمها5.5 والأسماك الدهنية تفسد بسرعة بسبب أكسدة دهنها والأسماك التي تحتوي على كمية كبيرة من مادة أكسيد الأمين ثلاثي المثيل.

Trimethylamine oxide $(CH_3)_3 \equiv N=O$ تفسد بسرعة بسبب تحول هذا المركب إلى أمين ثلاثي الميثيل methylamine $(CH_3)_3 \equiv N$ ذي الرائحة السمكية النتنة Stale fishy.

2- حالة السمكة عند الصيد:

السمكة التي تكون أحشاؤها مليئة بالغذاء تفسد أسرع من السمكة الجوعانة كما أن السمكة المجهدة التعبانة تفسد أسرع بسبب استهلاك كميات كبيرة من الجليكوجين قبل صيدها وبذلك لا تتكون كميات كافية من حامض اللاكتيك لخفض قيمة pH وإعاقة نمو الميكروبات.

3- عدد وأنواع الميكروبات:

كلما زادت أعداد الأحياء المجهرية وتنوعت في الأسماك، كلما كان الفساد أسرع، كما لوحظ أنه كلما احتوت السمكة على أعداد أكثر من البكتريا التابعة لجنس *Pseudomonas* كلما كان فسادها أسرع لأن هذه البكتريا نشطة جداً في تحليلها لبروتين ودهن السمك واللحوم بصورة عامة.

4- درجة الحرارة:

تبريد الأسماك مباشرة بعد صيدها عند درجة حرارة الصفر أو أكثر قليلاً تؤخر فساد الأسماك في حين تركها مخزنة تحت الظروف العادية تفسد خلال ساعات.

بعض المعاملات التي تجرى على الأسماك

تجرى بعض المعاملات على الأسماك من أجل إطالة مدة حفظها مثل التدخين والتمليح والتجفيف والتجميد وإضافة المواد الحافظة والمضادات الحيوية والمعاملة بدرجة الحرارة العالية كما أن نزع أحشاء السمك وتخزينه بدون غسل يسرع من فساده. في حين خزنها مع أحشائها يكون أفضل كما أن غسل الأسماك ببعض المحاليل المطهرة قبل تخزينها يطيل من فترة تخزينها.

الميكروبات المسببة لفساد السمك:

الميكروبات المتواجدة على جلد الأسماك وفي خياشيمها وأحشائها يكون مصدرها الماء والتربة. بعد موت السمك تهاجم هذه الأحياء لحم السمك حيث تنفذ خلال الجلد وأغشية الأمعاء وخلال الخياشيم بواسطة الدورة الدموية تنتشر إلى كل أجزاء السمكة حيث تعمل على إفساد السمكة وأهم أجناس البكتريا المسئولة عن فساد السمك هي: *Serratia, Proteus, Achromobacter, Pseudomonas, Flavobacterium, Vibrio* وغيرها.

والجنس الأول هو المسئول الكبير عن الفساد، فبكتريا *Pseudomonas perolens* فتسبب فساد السمك وتكوين رائحة الفاكهة Fruity odor أما *Pseudomonas fragi* تسبب رائحة عفنة Putrid odor وبكتريا *Pseudomonas putrefaciens* بسبب قابليتها الكبيرة على تحليل البروتين تعفن Putrefaction تتمكن بسهولة من النفاذ خلال جلد السمك وتسبب فساده وظهور رائحة البصل أو الفاكهة فيه Fruity oniony spoilage odor.

ولقد وجد أن البكتريا التابعة لجنس *Pseudomonas* تكون أكثر من90٪ من مجموع البكتريا في السمك الفاسد. بصورة عامة البكتريا المحللة للبروتين Proteolytic bacteria هي التي تسود في السمك حيث تعمل على تحليل البروتين وتكوين مواد عفنة مثل NH_3, $(CH_3)_2S$, H_2S, CH_3-CH_3 من الأحماض الأمينية الكبريتية مثل Cysteine, systine, methioine, وتفسد الأسماك

المبردة نتيجة نمو الأجناس المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة *Psychrophiles* مثل *Achromobacter, Pseudomonas*.

أما الأسماك المحفوظة باستعمال درجات الحرارة العالية فتفسدها البكتريا التابعة لأجناس *Bacillus, Clostridium, Micrococcus*.

الأسماك المملحة والمدخنة المملحة تفسدها البكتريا المحبة لأملاح *Halophiles* من أجناس *Halobacterium, Halococcus* وكذلك بعض أفراد أجناس *Bacillus Vibrio Micrococcus,* *Serratia, Achromobacter, Pseudomonas,* وبكتريا حامض اللاكتيك Lactic acid bacteria وبعض الخمائر و الأسماك المخللة والمحمضة نادراً ما تفسد إلى أن تقل الحموضة فيها إلى حد يسمح بنمو بكتريا حامض اللاكتيك وتفسدها.

الأسماك المشوية والمجففة بسبب قلة الرطوبة فيها تفسد عادة بنمو بعض الأعفان مثل *Aspergillus fischeri*

بصورة عامة الفساد الذي تحدثه هذه الأحياء في الأسماك عبارة عن تحلل البروتين والدهن وتهتك أنسجة الأسماك بحيث تتحول إلى كتلة هلامية لزجة نصف سائلة وظهور روائح عفنة بسبب تكوين مركبات سامة وعفنة أو تكوين بقع ملونة على الأسماك. الميكروبات في الروبيان والقواقع والأغذية البحرية الأخرى لا تختلف كثيراً عما ذكرناه في الأسماك.

الباب الثالث

الأحياء الدقيقة في لحوم الدواجن والبيض

Microbiology of poultry and eggs

لحم الدواجن:

لحم الدجاج مصدر جيد للبروتين ومصدر جيد للفيتامينات والمعادن ولذلك تنمو على هذه اللحوم البكتريا المحللة للبروتينات حيث تأخذ احتياجاتها من النيتروجين والكربون من البروتينات حيث أن لحم الدجاج لا يحتوي على كربوهيدرات. كما يتضح من الجدول التالي(جدول- 12).

جدول(12) يوضح تركيب لحم الدجاج

نوع اللحم	ماء	بروتين	دهن	رماد	ثيامين	ياسين	ريبوفلافين
	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)	مليجرام لكل 100جرام		
فاتح، بدون جلد، نيء	73.7	23.4	1.9	1.0	0.05	10.7	0.09
غامق، بدون جلد، نيء	73.7	20.6	4.7	1.0	0.08	5.2	0.20

تطبق نفس القاعدة الأساسية للطيور المرتاحة مقارنة بالمثارة هنا كما في الأبقار، يخزن الجلايكوجين في العضلات وبعد الذبح يتحول إلى حامض لاكتيك ويهبط الرقم الهيدروجيني، وإذا استعمل كل أو معظم الجلايكوجين في النشاط أثناء الهيجان تبقى درجة الحموضة مرتفعة بعد الموت درجة الحموضة pH للحم الدجاج تتراوح ما بين(6.2–6.4) وهذه الدرجة جيدة جداً لنمو الميكروبات وحيث أن المادة الغذائية للحم ممتازة للنمو لذا يجب استعمال درجة الحرارة والشروط الصحية للسيطرة على نمو البكتريا المفسدة خلال تداول وخزن الدواجن النيئة.

الميكروبات في لحم الدواجن

بصورة عامة يمكن القول أن الميكروبات المتواجدة في لحوم الدواجن ومصادر التلوث لا تختلف عما يجري في اللحوم الأخرى. فلحوم الدواجن تتلوث بمختلف الميكروبات أثناء تربيتها ونقلها وذبحها وتقطيعها وتسويقها. ومصادر التلوث هي التربة والماء والهواء والعلف ومن العاملين في حقول تربية الدواجن وفي معامل تصنيع لحومها. والبكتريا التي تنتشر في لحوم الدواجن هي التابعة للأجناس التالية: *Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Micrococcus, Alcaligenes, Coliforms*.

كما تتواجد بعض أنوع الخمائر التابعة للأجناس: *Torulopsis, Gandida, Rhodotorula* وتفسد لحوم الدواجن المخزنة في الثلاجة عند درجة حرارة أقل من 10مئوي بفعل الأنواع التابعة لجنسي *Pseudomonas, Achromobacter* وخمائر *Gandida, Rhodotorula* أما المخزنة عند درجة حرارة أعلى من 10مئوي عادة فتفسد بفعل المكورات *Micrococcus* وبدرجة أقل بواسطة *Achromobacter* و *Flavobacterium*

وعلامات فساد لحم الدواجن هو تكون طبقة لزجة على جسمها تشترك في تكوينها بكتريا *Alcaligenes* وظهور صبغة مضيئة تسمى Pyoverdin تسببها *Pseudomonas fluorescens* وظهور روائح كريهة عندما يصل عدد البكتريا إلى أكثر من مليونين في السنتمتر المربع الواحد وظهور بقع ملونة وحدوث تحلل للبروتين وتفتت الأنسجة بحيث تصبح ككتلة هلامية وتستعمل المضادات الحيوية لحفظ لحوم الدواجن لكن ظهر أن هناك سلالات من البكتريا والخمائر مقاومة لهذه المضادات, بحيث تتمكن من إفساد لحوم الدواجن المعاملة بها كما أنها عملية غير اقتصادية وقد تسبب هذه المضادات الحيوية حساسية ضدها.

الميكروبات في البيض

المحتويات الداخلية للبيض تكون خالية من الميكروبات حال وضع البيض من قبل الطيور لكن ما يلبث هذا البيض أن يتلوث ابتداءً من براز الطير نفسه ومن العش و الأرضية وماء الغسيل الذي يغسل فيه ومن الصناديق التي يعبأ فيها ومن أيدي العاملين. وتتمكن الأعفان والبكتريا التي تأتي من هذه المصادر من النمو على القشرة في حالة توفر الرطوبة الكافية ثم تنفذ خلال ثقوب القشرة إلى البياض والصفار وتنمو فيها , حيث الوسط الملائم وذلك لوفرة الماء فيهما والمادة البروتينية والمواد الأخرى المشجعة للنمو بالرغم من قلة الكربوهيدرات. الميكروبات المتواجدة على البيض تكون عادة من الأنواع المحبة للبرودة *Psychrophiles* ذلك لأن البيض يخزن مبرداً بعد وضعه مباشرة, ومن أجناس البكتريا المهمة التي تنتشر على قشرة البيض هي: *Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Micrococcus, Alcaligenes, Streptococcus, Proteus,. Bacillus*

كذلك تتواجد على البيض بكتريا القولون والأعفان كما يضيف ماء الغسيل القذر أنواعاً أخرى من البكتريا إلى البيض منها المرضية. وبكتريا السالمونيلا *Salmonella* تعزل بكثرة من البيض الطازج والمجفف والمجمد ويعتبر تلوث البيض بهذه البكتريا من المشاكل الكبيرة التي تواجه الباحثين والمسئولين عن إنتاجه ومسئولي الرقابة الصحية لما فيه من خطر على المستهلكين.

الرقم الهيدروجيني pH

إن معدل الرقم الهيدروجيني للبيض الموضوع حديثاً هو(7.6- 7.9) وقد يصل الرقم الهيدروجيني لزلال البيض(9.7) كأقصى قيمة والسبب في ذلك هو فقدان ثاني أكسيد الكربون ويمكن منع هذه الزيادة في القلوية بواسطة خزن البيض الكامل في بيئة من ثاني أكسيد الكربون. مع ذلك يبقى الرقم الهيدروجيني في مدى مثالي لنمو الميكروبات الرقم الهيدروجيني لصفار البيض (المح) الموضوع حديثا هو (6.0) ويرتفع طفيفا خلال الخزن وقد يصل إلى(6.9)(6.9).

الفيتامينات:

يوجد فيتامينات ب المركبة في البيض الكامل بزلاله وصفاره مع العلم وأن المحتوى الفيتاميني كاف من ناحية النمو الميكروبي.

المعادن:

يوجد الكالسيوم والفسفور والحديد والصوديوم والبوتاسيوم رماد(جدول- 13).

جدول(13) يوضح تركيب بيض الدجاج

المكون	الماء (٪)	بروتين (٪)	دهن (٪)	كربوهيدرات (٪)	رماد (٪)
الكامل	73.7	12.9	11.5	0.9	1.0
الزلال	87.6	10.9	آثار	0.8	0.7
الصفار (المح)	51.1	16.0	30.6	0.6	1.7

مصدر الكربون – النيتروجين Carbon- nitrogen source

يمكن الحصول على الكربون من البروتين ومن الكربوهيدرات. وبطبيعة الحال يحصل على النيتروجين من البروتين .لا تحتاج الأحياء المجهرية إلى الدهون لنموها ولكن قد تسبب الميكروبات تغييرات في المحتوى الدهني.

المثبطات Inhibitors

يحتوى زلال البيض العوامل التالية التي قد تؤثر في النمو الميكروبي:

01لا يسوزيم Lysozyme وهذا أنزيم يحلل جدران خلية البكتريا الموجبة لصبغة جرام.

02يتحد كل من البيومين Conalbumen مع الحديد والنحاس والزنك وهذا يمنع الأحياء المجهرية من الحصول على هذه المعادن

يرتبط افدين Avidin مع بيوتين Biotin ليجعله غير ميسر للأحياء المجهرية التي تحتاج هذا الفيتامين.

يتحد الريبوفلافين (أحد فيتامينات ب المركب) مع الأيونات الموجبة مما يحد من نمو بعض الميكروبات أيضا.

القشرة كحاجز

تحتوى القشرة على مسام مملوءة بمادة تشبه البروتين يمكن هضمها بواسطة أنزيمات البكتريا والأعفان. تملك البيضة الموضوعة حديثاً مظهراً مميزاً بسبب طبقة رقيقة جداً من مادة بروتينية مترسبة على القشرة مباشرة قبل تركها الدجاجة. تتألف القشرة من كربونات الكالسيوم بنسبة93.7٪ وكربونات المغنيسيوم بنسبة1.39٪ وخامس أكسيد الفسفور بنسبة 0.76٪ ومادة عضوية بنسبة4.15٪ يقع تحت القشرة غشاؤها لا يزال دوره في الدفاع عن البيضة غير مؤكد.

فلورا الفساد

إن ميكروبات الفساد السائدة تحت ظروف الخزين القياسية هي *Cladosporium, Penicillium, Pseudomonas* وأما البكتريا الشائعة في البيض الفاسد هي *Pseudomonas, Escherichia, Proteus,* Alcaligens وتكون الأعفان أقل أهمية من البكتريا إذا ما خزن البيض بقشرته على نحو لائق. ويوجد تضارب في الآراء حيث أن هناك ما يذكر بأن حوالي 3/4 الميكروبات الموجودة أعفان.

خزن البيض الكامل

أ- فحص البيض

يستعمل مصدر ضوء ليظهر محتويات البيضة تبدو العيوب والتعفنات والبيض الملقح....الخ بوضوح مما ييسر التخلص منها قبل الخزن.

ب- غسل البيض

قد يزيد غسل البيض قبل تخزينه احتمال الفساد ومع ذلك فإذا أريد تصنيع البيض الكامل (بكامله البياض والصفار.إما مجمدا أو مجففا) فيجب غسل البيض غير المكسور لإزالة السماد من سطح القشرة قبل الكسر يستعمل الماء عند32.2–60°م(90–140 °ف) مع منظف ومركب هيبوكلوريت.

ج- الاستقرار الحراري

وفيه تعرض البيضة لمعاملة حرارية عند54.4°م(130°ف) لمدة 15دقيقة وفوائد المعاملة الحرارية هي:

1- تسلب الحرارة حيوية البيض الملقح لذلك لا يحتمل حدوث نمو جنيني.
2- ترسخ هذه العملية البياض السميك وبالتالي فان التغيير إلى بياض رقيق يحدث بطيئاً.
3- تبستر قشرة البيضة وبناء على ذلك يقتل العديد من الأحياء الدقيقة المفسدة قبل الخزن.

د- ظروف الخزن

إن نقطة تجمد البيض هي –2و2 م(28°ف) لا يجب خزن البيض بقشرته بأقل من–2.2°م (28° ف) قد تستعمل درجات الحرارة–1.7إلى0.6°م(29–21 ° ف) عند80- 92٪ رطوبة نسبية, وقد نصح بتركيز1.5 جزء بالمليون من الأوزون يجب تجنب التقلبات في درجة الحرارة لمنع الرطوبة من التكثف على القشرة, وعند وضع مثبط فطري على أقفاص الشحن البحري والسطوح والحشوات يثبط نمو الأعفان. والجدول التالي يبين أهم أنواع الفساد في البيض. (كما في جدول14).

جدول (14) يوضح أهم أنواع فساد البيض بفعل الميكروبات

نوع الفساد	المسبب
تعفن عديم اللون Colorless rot يسبب بقعاً أو غشاء يحيط بالصفار بدون لون	*Pseudomonas* *Achromobacter* *Proteus*
تعفن أسود Black rot يسبب اسوداد الصفار مع ظهور رائحة كريهة بسبب تكون H_2S	*Pseudomonas*
تعفن أخضر Green rot يسبب لوناً أخضر ناصع في البياض	*Pseudomonas* *Fluorescens* *Aeromonas*
تعفن وردي Pink rot يسبب طبقة وردية في البياض مع راسب متورد في الصفار.	*Pseudomonas*
تعفن أحمر (بدون ظهور روائح كريهة) Red rot	*Serratia marcescens*
بقع ملونة صفراء, خضراء, زرقاء Yellow, blue, spots green يسبب بقعاً صغيرة على القشرة Pin spots	*Penicillium*
بقع خضراء داكنة أو سوداء Dark green or black spots	*Cladosporium*
بقع وردية Pink spots	*Sporotrichum*
نمو زغبي Fuzzy growths	*Mucor, Rhizopus*

الباب الرابع

الأحياء الدقيقة في الحليب ومنتجاته

Microbiology of milk and its products

عند فحص عينة من الحليب الخام نجد أنها تحتوي على العديد من الكائنات الحية الدقيقة والتي تصل إلى الحليب من مصادر عديدة تبدأ من داخل الضرع وجلد الحيوان ثم الأوعية والأدوات المختلفة التي تستخدم في عمليات نقل وتداول الحليب. ويعتبر الحليب من أنسب البيئات لنمو وتكاثر هذه الميكروبات مما قد يسبب الكثير من المشاكل سواء في الحليب الخام أو بعد تصنيعه(جدول16).

جدول(16) يوضح التركيب الكيماوي للحليب البقري

المركب	النسبة المئوية
الماء	87
البروتين	3 و 4
كازين	2 و 7
البيومين وجلبيولين	0 و 7
الدهن	3 و 8
سكر الحليب (اللاكتوز)	4 و 7
المعادن	0 و 8
الفيتامينات ومواد أخرى	0 و 3

مصادر تلوث الحليب الخام

يصل الحليب من الغدد اللبنية إلى ضرع الحيوان السليم وهو بحالة معقمة أي خال من الميكروبات لكن بعد خروجه يتعرض للتلوث من مصادر كثيرة, فهناك بعض البكتريا تعيش لفترة قصيرة في حلمة الثدي وتأتي من البيئة الخارجية مثل *Escherichia, Bacillus, Lactobacillus, Micrococcus* وغيرها. ولهذا أول دفعة من الحليب تحتوى على مئات من هذه البكتريا في المليلتر الواحد وهذه الكمية عادة لا تستعمل. لكن المصادر الأولية لتلوث الحليب هي:

1- الحيوان

هناك كثير من مسببات الأمراض في الماشية تنتقل إلى الحليب إذا مرض بها ومن الحليب إلى الإنسان مثل بكتريا السل *Mycobacterium tuberculosis* التي تسبب مرض السل في كل من الحيوان والإنسان وبكتريا *Brucella abortus* التي تسبب الإجهاض المعدي في الأبقار وتسبب الحمى المتموجة للإنسان والبكتريا العنقودية أو السبحية *staphyl & streptococci* Pyogenic التي تصيب ضرع الحيوان تنتقل إلى الحليب ثم إلى الإنسان. والركتسيا *Coxiella burnetti* التي تسبب حمى كيو Q fever تنتقل إلى الحليب وتسبب الحمى للإنسان ولهذا كله يجب أن تكون هناك رقابة شديدة على الماشية و إبعاد المريض منها عن القطيع وعدم استعمال حليبها كما أن جلد وشعر وحوافر الحيوان تكون مصدراً لتلوث الحليب خاصة بالبكتريا الكروية *Micrococci* ولذا يجب الاعتناء بنظافة الحيوان وغسيل الضرع قبل الحلب.

2- الجلابون

يجب أن يكونوا أصحاء فالمرضى منهم ينقلون مسببات الأمراض للحليب مثل بكتريا التيفود *Salmonella typhi* وبكتريا الدوسنتاريا *Shigella dysenteriae* وبكتريا الحمى القرمزية Scarlet fever هو *Streptococcus pyogenes* وبكتريا التسمم الغذائي *Staphy. aureus* وغيرها.

3- أدوات الحلب:

وهي أهم مصدر لتلوث الحليب الخام ولذا يجب غسلها جيداً وتطهيرها قبل الحلب وبعد الحلب مباشرة لأن بقايا الحليب فيها يصبح وسطاً ملائماً لنمو الميكروبات وتتم عملية الغسيل بالماء الساخن ومواد مطهرة مثل الكلور و الأمونيا وبعد المحلول المطهر تغسل بالماء الساخن ثم تعرض للبخار(200^oف) خمس دقائق ثم لماء ساخن(170^oف) لمدة دقيقتين ثم لهواء ساخن(180^oف) لمدة عشرين دقيقة. والحلب باليد يفضل على الحلب بالآلة لسهولة تنظيف اليدين عن الآلة ويفضل استعمال أدوات حلب ضيقة الفوهة لتقليل التلوث. والميكروبات التي يتلوث بها الحليب من الأواني هي *Stroptococci, Micrococci*

4- مصادر أخرى للتلوث:

وهي العلف وأرضية الحظيرة والهواء والغبار والحشرات ولهذا يجب أن تكون أرضية الحظيرة من الأسمنت ودائما تنظف وتغسل جيداً. ويجب أثناء الحلب منع الكنس أو نقل المواد من الى داخل الحظيرة ومنع إعطاء الأعلاف نتيجة لهذه المصادر تصل للحليب البكتريا والأعفان والخمائر بعضها ممرض وبعضها تسبب فساد الحليب والمنتجات التي تصنع منه.

مجاميع الميكروبات الملوثة للحليب الخام

تصل أنواع مختلفة من الميكروبات إلى الحليب الخام من المصادر المذكورة سابقاً وأهم هذه الميكروبات هي:

1- مجموعة بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria

توجد هذه البكتريا بكثرة في الحليب الخام خاصة *Lactobacilli, Streptococcus lactis* الذي يلوث الحليب من أواني الحلب القذرة ومن العلف ومن فضلات الحيوان.

2- بكتريا القولون Coliforms

تصل للحليب من الأواني والروث والماء الملوث والتربة والنباتات.

3- البكتريا الكروية المسماة Micrococci

توجد طبيعياً على ضرع الماشية ولهذا توجد دائماً في الحليب الخام, كما قد تلوث الحليب من الأواني القذرة, وهي تتكاثر ببطء في الحليب ولهذا يكون عددها قليلاً.

4- بكتريا هوائية محللة البروتين مثل Proteolytic aerobes

يتلوث الحليب ببكتريا تحلل البروتين مثل *Pseudomonas*, *Bacillus* التي تلوث الحليب من الغبار والماء لكن نشاطها يتوقف بزيادة الحموضة.

5- بكتريا لا هوائية Anaerobes

التربة والروث مصدر لتلوث الحليب بجراثيم البكتريا اللاهوائية مثل *Clostridium* .

6- الأعفان والخمائر Molds and yeasts

العلف والتربة مصدر لتلوث الحليب بالأعفان والخمائر لكن نموها يكون بطيئاً في الحليب. أعداد هذه الميكروبات في الحليب الخام تعتمد على طبيعية التلوث ونوعه وعلى مدة حفظ الحليب الخام ودرجة حرارة الحفظ.

التغيرات التي تحدثها الميكروبات في الحليب الخام

تتغير صفات الحليب نتيجة نمو الميكروبات به وأهم التغيرات هي:

1- حموضة قليلة Low acidity

تنمو البكتريا الكروية المسماة *Micrococci* وتكون حموضة قليلة لا تؤدي إلى تجبن الحليب (أي ترسيب الكازين) وهذه البكتريا مصدرها ضرع الحيوان والأواني القذرة.

2- تجبن حامضي Acid curdling

نمو ونشاط *Str. lactis* تخمر كمية كبيرة من سكر اللاكتوز وينتج عن هذا التخمر كمية كبيرة من حمض اللاكتيك فتزداد حموضة الحليب ويتغير الـ pH من 6.8 إلى 4.5 فيحدث ترسب الكازين يتجبن الحليب وتكون الخثرة صلبة ولا تتكون الغازات ولا يحدث تحلل للبروتين وتصل هذه البكتريا للحليب من العلف والأواني , وهناك أنواع أخرى تسبب التجبن نفسه مثل *Str. Cremoris , Lact. casei, Str. thermophilus, Lact. bulgaricus, Lact. acidophilus* حيث يكون النشاط في بادئ الأمر للبكتريا السبحية إلى أن تصل الحموضة إلى 1٪ ثم تنشط البكتريا العصوية التي تتحمل حموضة 2 إلى 3٪ , في حالة التجبن الحامضي ينفصل سائل رائق يسمى الشرش والذي يحتوي على بروتينيات الحليب التي لم تترسب وهي الالبيومين والجلوبيولين ويطلق عليها اسم بروتينيات الشر ش وهذه البروتينيات لا تترسب بالحموضة ولا بأنزيم الرينين لكنها تترسب بالحرارة , ولقد استغل هذا الشر ش في السنين الأخيرة لتنمية الميكروبات لإنتاج بروتين العلف الحيواني

3- التجبن الحلو Sweet curdling

يحدث نتيجة إفراز بعض البكتريا أنزيم يشبه الرينين فيرسب الكازين وعادة يهضم هذا التجبن من البكتريا المحللة للبروتين وتتراكم نواتج هذه العملية ويصبح الحليب قلوياً ومرا , والبكتريا التي تسبب هذا التجبن هي بصورة رئيسة البكتريا الهوائية المكونة للجراثيم مثل *Bacillus subtilis* *Bacillus cereus* وأنواع من الـ *Pseudomonas* مثل *Ps. Viscose, Ps. putrefaciens* والبكتريا السبحية *Str. faecalis, var. liquefaciens* والتجبن الحلو رخو ليس كالتجبن الحامضي ويختلفان عن بعضهما فيما يلي:

1. التجبن الحامضي يحدث نتيجة تخمر وتكوين حامض أما التجبن الحلو فنتيجة عملية إنزيمية.
2. في التجبن الحمضي يحدث انخفاض في الـ pH أما في التجبن الحلو فلا يحدث هذا التغير بل قد يحدث ارتفاع في الـ pH نتيجة هضم هذا التجبن.
3. الشر ش المتكون في التجبن الحامضي يكون لونه رائقاً وبلا رائحة بينما التجبن الحلو يكون ذا رائحة عفنة.

4- إنتاج الغازات Gas formation

نتيجة نمو بكتريا القولون يتخمر اللاكتوز وتنتج غازات ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والبكتريا المكونة للجراثيم *Cl. butyricum* تنتج كمية هائلة من ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين

والخمائر *Candida pseudotropicalis* *Torulopsis sphaerica,* أيضاً تكون غازات كثيرة في الحليب.

5- تحلل الدهون Lipolysis

بعض الميكروبات تنتج أنزيم الليبيز الذي يحلل الدهن إلى أحماض دهنية وجليسرول وبعض هذه الأحماض طيارة وذات طعم ورائحة حادة بحيث تجعل الحليب ذا طعم زنخ وأمثال هذه الميكروبات البكتريا *Achr. lipolyticum, Ps. fluorescens, Ps. fragi* والخمائر مثل *Candida liplytica* والأعفان مثل *Pen. camemberts and Pen. roquefortei* واستغلت هذه الظاهرة لإنضاج بعض الأجبان وذلك بتنمية أعفان عليها مثل جبن الريكوفرد وجبن الكامبرت.

6- تحلل البروتين Proteolysis

تنمو بعض البكتيريا و الأعفان وتنتج أنزيم الكازينيز فتحلل بروتين الحليب وتعطي مواد ذا رائحة عفنة وطعم مر وتزيد من قلوية الحليب وأهم الأجناس التي تقوم بهذا التحلل هي *Proteus , Bacillus* *Pseudomonas, Clostridium,*. وكذلك بعض البكتريا السبحية مثل *Str. faecalis var liquefaciens* والأعفان مثل الكامبرت.

7- إنتاج المواد اللزجة في الحليب:

أثناء نمو بعض الأحياء الدقيقة في الحليب يحدث تغير في قوام الحليب بحيث يصبح لزج القوام وذلك بسبب إنتاج مواد لزجة (capsular gammy) ومكونات الحليب تساعد على تكوين المواد اللزجة الصمغية لذلك يستخدم الحليب لتنمية البكتريا التي يراد تكوين حافظات.ويتحول الحليب إلى حليب خيطي لزج والبكتريا المسئولة عن ذلك بكتريا.

8- طعم ونكهة غير طبيعين Abnormal flavors and odors

يحدث تغير في الطعم ونكهة الحليب بسبب تراكم المواد التي تنشأ عن نمو وتكاثر الميكروبات وأهمها:

أ- طعم مر نتيجة نشاط البكتريا المحللة للبروتين مثل *Bacillus subtilis* .

ب- نكهة الشعير المطبوخ أو الكراميل نتيجة نشاط بكتريا *Str lactis var maltigenes*

ج- طعم ورائحة السمك نتيجة نمو بكتريا *Pseudomonas icthyosmia* .

د- طعم الخميرة نتيجة نمو الخمائر.

هـ- رائحة الأرض المرشوشة نتيجة نمو *Actinomycetes*

و- كما يكتسب الحليب بعض الطعوم والروائح التي تجعله غير مقبول من المستهلك.

9- تغير لون الحليب:

تفرز بعض الأحياء الدقيقة صبغات في الحليب تؤدي إلى تغير لون ولهذا أطلقت تسميات مختلفة على الحليب تبعا للصبغات المتكونة فيه:

1- الحليب الأزرق بسبب نمو بكتريا *Pseudomonas pyocyonea* .

2- الحليب الأخضر المصفر نتيجة نمو بكتريا *Pseudomonas fluorescens*.

3- الحليب الأصفر تتلون طبقة الدهن باللون الأصفر نتيجة نمو بكتريا *F lavobaterium* وبكتريا *Pseudomonas synxantha*.

4- الحليب الأحمر نتيجة نمو بكتريا *Micrococceus roseus, Serratia marcescens* *Brevibacterium erythrogones* كما أن بعض الخمائر تكون مستعمرات وردية أو حمراء على الحليب مثل *Torula glutinis*. وقد يكسب الحليب ألوانا أخرى نتيجة نمو بعض الأعفان عليه مثل *Rhizopus Penicillium, Aspergillus*

من الجدول التالي يتضح أن الميكروبات تدخل في صناعة الزبد والأجبان وتسيطر بكتريا حمض اللاكتيك كفلورا مرغوبة كما يتضح من الجدول أن العديد من منتجات الألبان تحفظ بالتخمر المؤدي إلى إنتاج حامض اللاكتيك وأمثلة هذه الأغذية هي المخيض والحليب البلغاري والزبادي والحليب الحامضي والفلورا المفضلة هي بكتريا حمض اللاكتيك (جدول17،16).

جدول (16) يوضح كيفية استخدام التخمير كطريقة للحفظ

نوع المنتج	الفلورا	الحموضة كحامض لاكتيك ٪
مخيض الحليب المزروع	*Str. cremoris, Str. lactis*	0.90 – 0.7
الحليب البلغاري	*L. bulgaricus*	4.0 – 2.0
اللبن الزبادي (يوجهورت)	*Str. thermophilus*	0.90 – 0.85
الحليب المائل للحامضية	*L. acidophilus*	1.5 – 1.0

جدول (17) يوضح الأحياء الدقيقة المستعملة في منتجات الألبان

المنتج	الفلورا الدقيقة
الزبدة- مخيض الحليب- القشدة الحامضية	*Streptococcus cremoris & Str . lactis* *Leuc dextranicum* لإنتاج الحامض للنكهة والرائحة
جبن الحلوم- جبن الكوتاج –جبن القشدة- جبن الشيدر- ويستخدم مزارع مختلطة من بكتيريا حمض اللاكتيك	*Str thermophilus,* *Lact bulgaricus*
الجبن السويسري	*Lact. lactis, Lact. Helveticus*
الجبن الأزرق وجبن الريكفورت	
جبن كاممبرت	*Penicillium camemberti*
جبن ليمبرجر (خمائر وبكتيريا كروية)	*Brevibacterium linene .*

وإذا لم تسد بكتريا حمض اللاكتيك المناسبة أو لم يحفظ بالحموضة المناسبة فقد يحدث فساد الأجبان. ويحدث هذا التأثير غير المرغوب فيه خلال التخمير أو التعتيق أو في الجبن المنتهي كما يوضح الجدول التالي, قد تكون النتيجة غازية مع ثقوب غير مطلوبة أو نكهة كريهة أو لزوجة أو مرارة أو تفسخ أو نمو فطريات منتجة للتوكسين على السطح.(جدول 18).

جدول (18) يوضح كيفية حدوث الفساد للجبن

مرحلة الإنتاج	الفلورا	نمط الفساد
أثناء التخمير	بكتريا القولون, الخمائر المخمرة لللاكتوز *Clostriodium, Bacillus, Leuconostoc, Pseudomonas*	ثقوب في الخثرة لاذعة ثقوب ونكهة مرة لزوجة, نكهة, لاذعة, غاز, مرارة, تفتح
أثناء النضج	*Clostridium* مخمرة لللاكتوز بكتريا حمض البروبيونيك بكتيريا حمض اللاكتيك المتباينة.كتريا القولون للاستهلاك.تباينة.	
الجبن الجاهز للاستهلاك .	*Geotrichum lactis* *Cladosporium* *Penicillium* الخميرة الغشائية	نمو سطحي للأعفان والخمائر

أسئلة

أجب عن الأسئلة التالية:

1- ما هي مصادر تلوث اللحوم ؟

2- اذكر العوامل المؤثرة على النمو ؟

3- ما هي الأسباب التي تؤدي إلى وجود أعداد كبيرة من الميكروبات في اللحوم المفرومة ؟

4- ما هي الشروط الواجب اتباعها لإعاقة نمو الميكروبات في اللحوم ؟

5- عدد أنواع فساد اللحوم بواسطة البكتريا تحت الظروف الهوائية ؟

6- اذكر بالتفصيل أنواع الفساد التالي مع ذكر الميكروب المسبب ؟

أ- اللزوجة السطحية ؟

ب- التغيرات اللونية ؟

ج- التغيرات في الدهن ؟

د- تبقع اللحوم ؟

هـ- الروائح الكريهة والطعم الرديء ؟

و- الطعم القديم أو المخزون ؟

7- اذكر أنواع الفساد التي تحدثها الفطريات في اللحوم مع ذكر نوع الفطر المسبب ؟

8- اذكر أنواع الفساد في الحالة التالية :ظروف اللاهوائية مع ذكر اسم الميكروب المسبب ؟

9- ما هو المقصود بالمصطلحات التالية:

أ- حموضة.

ب- التعفن.

ج- النتانة.

10- ما هي مصادر تلوث الأسماك ؟

11- ما هو التيبس الرمي ؟

12- ما هو مظاهر فساد الأسماك ؟

13- ما هي العوامل المؤثرة على نوع وسرعة فساد الأسماك ؟

14- اذكر أسماء الميكروبات التي تسبب ما يأتي في الأسماك:-
أ- تكوين رائحة الفاكهة.
ب- رائحة عفنة.
ج- رائحة البصل أو الفاكهة.
د- فساد الأسماك المعلبة.
هـ- فساد الأسماك المعلبة.
و- فساد الأسماك المملحة
15- هل يعتبر لحم الدواجن مادة غذائية جيدة لنمو ميكروبات الفساد, ولماذا ؟
16- قارن لحم الدجاج كمادة غذائية مع اللحوم الأخرى ؟
17- ما هي مصادر تلوث لحوم الدجاج ؟
18- ما هي الميكروبات التي تسود في لحم الدجاج تحت ظروف الخزن الاعتيادي ؟
19- ما هي مصادر تلوث البيض ؟
20- ما هو ميكروب التسمم الغذائي الذي يعزل دائماً من البيض ؟
21- اذكر في الجدول تركيب بيض الدجاجة ؟
22=ما هي المثبطات الموجودة طبيعياً في البيض ؟
23- اذكر طرق خزن البيض ؟
24- ما هي أنواع فساد البيض بفعل الميكروبات ؟
25- يعتبر الحليب من أنسب البيئات لنمو وتكاثر الميكروبات . ناقش هذه العبارة ؟
26- اذكر مصادر تلوث الحليب الخام ؟
27- اذكر بالتفصيل مجاميع الميكروبات الملوثة للحليب الخام ؟
28- ما هي التغيرات التي تحدثها الميكروبات في الحليب الخام ؟
29- ما هو الفرق بين التجبن الحامضي والتجبن الحلو ؟
30- ما هي الميكروبات المنتجة للغازات في الحليب الخام ؟
31- اذكر سبب تحلل الدهن في الحليب الخام ؟
32- اذكر عيب تحليل البروتين في الحليب الخام ؟
34- ما هي الميكروبات التي تقوم بإنتاج المواد اللزجة في الحليب ؟
35- اذكر تغيرات اللون التي تحدث في الحليب والميكروبات المسببة ؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

فساد الأغذية المعلبة

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة المسببة للفساد في الأغذية المعلبة، وكيفية تجنب أو علاج هذا الفساد.

الأهداف:

1- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة التي تسبب فساد الأغذية المعلبة.

2- التعرف على كيفية علاج أوتجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 98٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة:

1- استخدام اللوحات الإرشادية.

2- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

1- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية وكيفيه تجنبها أو التعرف على طرق منع نموها باتباع الوسائل العمليه.

2- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إلية بالتعامل الصحيح مع هذة الكائنات الحية وكيفيه الكشف عنها

فساد الأغذية المعلبة

Spoilage of canned foods

نشأت صناعة التعليب كضرورة للحفاظ على خصائص الإنتاج ولإ يجاد طريقة سليمة يمكن حفظ الأغذية بها دون الحاجة إلى التبريد, ولغرض إطعام عدد كبير من الناس وخاصة في الحروب تحت ظروف المعارك بالإضافة إلى أن التطور الذي حدث بالمجتمع ومساهمة الزوجة بالأشغال خارج البيت تقلص الوقت المصروف لتحضير الأغذية وازداد الطلب على الأغذية المعلبة. ولابد من التأكد من سلامة هذه الأغذية المعلبة من النواحي البكتريولوجية والكيماوية للاستهلاك البشري لأنها تحضر بكميات كبيرة جداً لتستهلك من قبل عدد كبير من الناس.

وهناك نوعان من الفساد يحدث في الأغذية المعلبة, فساد بسبب نمو ونشاط الأحياء المجهرية فيها ويطلق عليه الفساد البيولوجي Biological spoilage وفساد يسبب التفاعلات الكيميائية التي تجرى داخل الغذاء أو بين الغذاء ومعدن العلبة ويسمى الفساد الكيميائي Chemical spoilage.

الفساد الكيمائي Chemical spoilage

هو الفساد الذي يحدث نتيجة التفاعلات الكيمائية داخل العلبة وأهم أنواع هذا الفساد المسمى بالانتفاخ الهيدروجيني Hydrogen swelling حيث تنتفخ العلبة بسبب تكون كميات كبيرة من غاز الهدروجين الذي ينتج من تفاعل أحماض المادة الغذائية مع معدن العلبة في حالة عدم طلائها جيدا. وينتشر هذا الفساد في الأغذية الحامضية عند تخزينها على درجات حرارة عالية. ويميز هذا الفساد عن الفساد الميكروبي بثقب العلبة وتعريض الغاز المتحرر منها لعود كبريت مشتعل ففي حالة الفساد الميكروبي ينطفئ العود بسبب تواجد ثاني أكسيد الكربون مع الهيدروجين, أما في الانتفاخ الهيدروجيني يستمر اشتعال عود الكبريت.

النوع الآخر من الفساد الكيميائي هو حدوث تغير في لون المادة الغذائية Discoloration وتكون عكارةTurbidity فيها بسبب تفاعل المادة الغذائية مع الأكسجين في حالة عدم إتمام عملية التفريغ أو تفاعل المادة الغذائية مع معدن العلبة مما يؤدي إلى تآكل معدن العلبة وتلون جدرانها الداخلية مع تلون الغذاء,أو يحدث تلون المادة الغذائية نتيجة تفاعل مكونات الغذاء فيما بينها لاحتواء بعض مكوناته على مجاميع نشطة حرة Free active radicals مثل مجاميع الالدهيدات والكيتونات والكاربوكسيل, كذلك يحدث تفاعل بين السكريات في الأغذية السكرية وتحدث الكر ملة Carmalization فيسود لون الغذاء كما في معلبات المشمش والجزر. كذلك يحدث تفاعل بين السكريات الأحادية والأحماض

الأمينية القاعدية مما يؤدي إلى تلوين المادة الغذائية باللون البني Browning reactions كما في حالة البطاطا والمشمش. وغير ذلك من التفاعلات الكيمائية الأخرى التي تفسد الغذاء لذلك يتغير لونه ونكهته وطعمه بسبب غازات ومركبات غير مرغوبة زيادة على خفض القيمة الغذائية.

الفساد البيولوجي Biological spoilage

يحدث هذا الفساد نتيجة نشاط الميكروبات في الغذاء المعلب ذلك لصمود هذه الميكروبات للمعاملة الحرارية المستعملة كما أن بعض المعلبات تتلوث نتيجة عدم الدقة في تصنيعها كحدوث تنفيس Leakage في لحام العلبة الذي يسمح بدخول الميكروبات إلى داخلها تختلف درجات الحرارة المستخدمة أثناء التعليب تبعاً لنوع الغذاء وطريقة حفظ المعلبات حيث يكون التسخين بسيطا إذا ما أريد حفظ المعلبات لمدة محدودة وتحت درجات حرارة منخفضة كما هو مستخدم في حفظ عصير البرتقال في أوروبا حيث لا تستخدم درجات حرارة عالية وذلك لكي لا تؤثر على طعمه وقيمته الغذائية أو تضاف كمية من حامض الاسكوربيك Ascorbic acid ولهذا تبقى أنواع من البكتريا الخضرية حية في العصير المعلب المبستر . كذلك غالبية الفواكه (الأغذية الحامضية) تعامل حرارياً قبل التعليب عند درجة حرارة لا تتعدى مائة درجة مئوية وهذه الدرجة كافية لقتل جميع الخلايا الخضرية للبكتريا والخمائر والأعفان وجراثيمها ما عدا جراثيم البكتريا المحبة لدرجة الحرارة العالية والتي لا تمكن من النمو بسبب انخفاض قيمة pH في هذه العلبة. بينما بقاء هذه الجراثيم في أغذية غير حامضية مثل اللحوم والأسماك يتحكم في نموها درجة حرارة تخزين العلب.

أما الميكروبات التي تلوث الغذاء المعلب بعد تعقيمه بسبب وجود تنفيس في العلبة فهي متنوعة يمكن أن تكون فطريات أو خمائر أو بكتريا. وأهم مصدر للتلوث هو الماء المستخدم لتبريد العلب بعد تعقيمها والذي يدخل خلال الثقوب الموجودة في اللحام المزدوج Double seam وهذا العيب(التنفيس) Leakage يحدث بسبب الضغط العالي المتكون داخل العلبة نتيجة التسخين الشديد والذي يضغط على لحام العلبة المزدوج ويفتحه قليلاً أو بسبب رداءة عملية اللحام. ووجود هذا التنفيس يؤدي إلى فقدان التفريغ داخل العلبة Vacuum ودخول الهواء الذي يشجع نمو الميكروبات كما يشجع على التفاعلات الكيماوية داخل العلب. وعادة وجود أحياء مجهرية غير مقاومة للحرارة في الغذاء المعلب دليل على أن العلبة فيها تنفيس. وفي هذه الحالة يفضل إضافة مطهرات إلى الماء المستعمل لتبريد المعلبات. والأحياء التي تفسد المعلبات هي البكتريا والأعفان والخمائر.

فساد المعلبات بالبكتريا

فساد المعلبات تسببه مجموعتان من البكتريا مجموعة محبة لدرجات الحرارة العالية ومكونة

للجراثيم ومجموعة محبة لدرجات الحرارة المعتدلة مكونة أو غير مكونة للجراثيم.

أولا : الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية والمكونة للجراثيم

Spoilageby thermophilic sporeforming bacteria

غالبية فساد المعلبات تسببه هذه المجموعة من البكتريا ذلك لأن جراثيمها تقاوم درجة الحرارة العالية ويشمل هذا الفساد ثلاثة أنواع:

1- **الفساد المسطح الحامض** Flat sour spoilage

ولقد أطلق هذا الاسم على هذا النوع من الفساد ذلك لأن العلبة لا تنتفخ وتتكون حموضة داخل الغذاء نتيجة تكون حامض اللاكتيك Lactic acid تسبب هذا النوع من الفساد بكتريا تابعة لجنس *Bacillus* ولا يمكن اكتشاف هذا الفسادمن المظهرالخارجي للعلبة إلا بعد فتح العلبة وزرع محتوياتها. ويحدث هذا الفساد عادة في الأغذية قليلة الحموضة Low acid foods كالبازلاء والبقوليات والذرة. وقد حدث هذا الفساد أيضا في الأغذية الحامضية مثل عصير الطماطم الذي يسبب فساده بكتريا *Bacillus coagulans* وهي بكتريا محبة لدرجات الحرارة العالية اختيارا Facultative thermophiles التي تتمكن من النمو في المعلبات المخزنة عند درجة الحرارة العادية في حين البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية إجبارا لا تسبب فساد المعلبات إلا عند تخزينها على درجات الحرارة العالية أو عند تبريدها ببطء شديد بعد عملية التعقيم.

2- **الفساد اللاهوائي** Thermophilic anaerobic spoilag (T. A. S spoilage)

تسبب هذا الفساد بكتريا لا هوائية محبة لدرجات الحرارة العالية إجبارا غير مكونة لكبريتيد الهيدروجين هي *Clostridium thermosaccharolyticum* من اسم هذه البكتريا يمكن الاستدلال على أنها محللة للسكريات وتكون أحماضا وغازات (يختلف عن الفساد الحامضى المسطح بتكوين غازات) خاصة في الأغذية قليلة ومتوسط ة الحموضة Low and medium acid foods والأحماض التي تكونها هذه البكتريا هي حامض الخليك والبيوتريك ذو الطعم الكريه, أما الغازات المتكونة فهي ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين التي تؤدي إلى انتفاخ العلبة. وانتفاخ العلبة يتم تدريجياً ويمر بالمراحل الآتية:

أ- **انتفاخا مستتر (أولي)** Flipper

تكوين الغازات في البداية تكون كميتها قليلة ومنتشرة في مسامات الغذاء. ولهذا منظر العلبة عادي وسطحا العلبة مقعران قليلا وعند طرق العلبة على سطح صلب يزول هذا التقعير من أحد الطرفين وينتفخ طرف واحد على حساب زيادة تقعير الطرف الثاني ذلك بسبب تجميع الغاز في أحد طرفي العلبة.

ب- انتفاخ لولبي Springer

هو انتفاخ طرف واحد من العلبة وبقاء الطرف الثاني بحالة مستوية وعند الضغط على الطرف المحدب ويرجع إلى حالته الطبيعية وينتفخ الطرف الثاني وذلك لعدم تكون غاز بكمية كافية لكي ينتفخ كلٌّ من طرفي العلبة. الانتفاخ المستتر واللولبي تتكون أحياناً بسبب عوامل فيزيائية أثناء عملية التعليب كملء العلبة بكمية كبيرة من المادة الغذائية أو عدم كفاءة التفريغ أو تغير مفاجئ في درجات الحرارة العالية لكن بصورة عامة فإن سبب هذين الانتفاخيين هو تكون غاز بسبب النشاط الميكروبي أو نتيجة التفاعلات الكيميائية داخل العلبة أو نتيجة السببين معاً.

ج- انتفاخ رخو Soft swell

ينتفخ طرفا العلبة لكن لو ضغط على طرف العلبة بالإصبع لرجع إلى حالته الطبيعية (ولهذا سمي انتفاخ رخو) وعند رفع الإصبع يرجع يتحدب من جديد ذلك بسبب عدم تكون كمية كبيرة من الغاز تكفي لمقاومة ضغط الإصبع.

د- أنتفاخ صلب Hard swell

يتحدب طرفا العلبة وعند الضغط بالإصبع لا يتغير التحدب بسبب ضغط الغاز المتكون بكمية كبيرة داخل العلبة وقد يستمر تكون الغاز إلى أن تنفجر العلبة أو ينفك لحامها وتخرج المادة الغذائية خارج العلبة أو يحدث تنفيس في العلبة Leak وتسمى عندها علبة منفسة Breather تسمح بدخول الهواء وخروجه وقد تسمح بمرور الميكروبات. بالنسبة للعلب الزجاجية تكون كمية من الغاز داخلها يؤدي إلى فتح غطائها أو فك لحامها ولذلك يلاحظ وجود فقاعات غازية داخلها أو نمو على هيئة أغشية Growth films أو تعكير المادة الغذائية Cloudiness كلها دلائل تشير إلى حدوث الفساد الغازي في الغذاء المعلب.

الفساد الكبريتي النتن Sulfide stinker

تسبب هذا النوع من الفساد بكتريا لاهوائية محبة لدرجات الحرارة العالية إجبارا مكونة كبريتيد الهيدروجين هي *Clostridium nigrificans* جراثيمها ليست مقاومة لدرجة الحرارة العالية كما هو الحال في حالة الفساد الحامضي المسطح والفساد الغازي. ولذلك وجودها في المعلبات دليل على عدم كفاءة المعاملة الحرارية. تنتج هذه البكتريا غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يذوب في الماء ولهذا لا يحدث انتفاخ للعلبة. وكبريتيد الهيدروجين يتفاعل مع الحديد ويكون كبريتيد الحديد الذي هو عبارة عن راسب أسود يؤدي إلى اسوداد الغذاء. بما أن البكتريا المسببة لهذا الفساد محبة لدرجة الحرارة العالية لهذا يحدث هذا الفساد عند تخزين العلب على درجات حرارة عالية أو عند تبريدها ببطء بعد التعقيم. ويحدث هذا الفساد في الأغذية قليلة الحموضة خاصة البازلاء والذرة المعلبة.

ثانياً: الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة والمكونة للجراثيم

Spoilage by mesophilic spore forming bacteria

البكتريا التي تسبب هذا الفساد هي الأنواع التابعة لجنس *Bacillus* وجنس *Clostridium* بالنسبة للجنس الأول أغلب أنواعه هوائية ولهذا لا تنمو في العلب المفرغة جيداً من الهواء وجراثيم هذه البكتريا لا تقاوم الحرارة كما تقاومها جراثيم البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية فدرجة حرارة مائة مئوية لفترة قصيرة تقضي عليها إلا قليل منها قد يقاوم هذه الحرارة. وكما ذكرنا سابقاً هذا الفساد يحدث في العلب غير تامة التفريغ وفي الأغذية قليلة الحموضة كاللحوم والأسماك وأهم الأنواع المسببة لهذا الفساد هي، *Bacillus subtilis, Bacillus mesentericus* كما أن هناك تقارير تشير إلى أن *Bacillus polymyxa, Bacillus macerans,* تسبب فساد معلبات الطماطم والسبانخ والبازلاء.

أما البكتريا اللاهوائية المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة والتابعة لجنس *Clostridium* فإما أن تكون محللة للسكريات Saccharolytic clostridia مثل *Clostridium pasteurianum*, *Clostridium butyricum* التي تفسد المعلبات بتكوينها حامض البيوتريك وثاني أكسيد الكربون وهيدروجين التي تحمض المحتويات وتنفخ العلبة.أو أنواع محللة للبروتين Proteolytic clostridia مثل *Clostridium putrefaciens*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium sporogenes* التي تعفن الأغذية المعلبة البروتينية حيث تكون فيها مركبات نتنة مثل كبريتيد الهيدروجين والمركبتان والأمونيا والأندول والكاتول زيادة على تكوينها لغازات ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين التي تسبب انتفاخ العلبة. جراثيم الكلوستريديا المحللة للسكريات تكون أقل مقاومة للحرارة من جراثيم الكلوستريديا المحللة للبروتينات ولهذا هذه البكتريا تسبب الفساد في المعلبات المعاملة عند درجة حرارة لا تزيد عن 100مئوية كمعلبات الأغذية الحامضية والمعلبات المنزلية التي يستخدم الفرن أو الماء الساخن لمعاملتها حرارياً . فنلاحظ دائماً أن معلبات الطماطم والكمثرى (أغذية حامضية) تفسد بواسطة الكلوستريديا محللة للسكريات *Clostridium pasteurianum* الأغذية قليلة الحموضة تفسد بالكلوستريديا المحللة للبروتين مثل اللحوم والدواجن والأسماك والذرة وجراثيم هذه الأنواع من البكتيريا مقاومة لدرجات الحرارة العالية لهذا يعتبر هذا النوع من الفساد مع الفساد المسطح الحامض والفساد الغازي من أكثر الفساد شيوعاً في المعلبات.

ثالثاً: الفساد بالبكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة غير المكونة للجراثيم

Spoilage by mesophilic nonspore foeming bacteria

وجود بكتريا غير مكونة للجراثيم في الأغذية المعلبة يعتبر دليلاً على حدوث عيب في لحام العلبة مثل التنفيس Leakage أو أن درجة الحرارة التي عقمت عندها العلبة كانت منخفضة لأن غالبية الخلايا

الخضرية للبكتريا تموت عند درجة حرارة البسترة إلا الأنواع التي يطلق عليها Thermoduric مثل *Streptococcus thermophilus* وبعض أنواع *Lactobacillus, Microbacterium, Micrococcus* فلقد وجدت أنواع تابعة لجنس *Leuconostoc, Lactobacillus* في معلبات الطماطم والكمثرى التي لم تعامل حرارياً بصورة جيدة. ووجود هذه البكتريا يؤدي إلى فساد الغذاء المعلب بتكوين أحماض وغازات تؤدي إلى انتفاخ العلبة. كما وجدت أنواع تابعة لجنس *Micrococcus* وبكتريا *Streptococcus faecalis* في اللحوم المعلبة التي عوملت عند درجة حرارة منخفضة وحدوث تنفيس أو ترشيح في العلبة يؤدي إلى دخول أنواع من البكتريا موجودة أصلا في الماء الذي تبرد فيه هذه العلب مثل بكتريا القولون وبكتريا *Proteus, Flavobacterium, Micrococcus, Achromobacter, Pseudomonas* وغيرها والتي تعمل على أحداث تلف للغذاء للمعلب.

فساد المعلبات بالخمائر والأعفان Spoilage by Yeasts and molds

وجود الخمائر في الأغذية المعلبة يكون بسبب عدم كفاءة المعاملة الحرارية أو بسبب تنفيس العلبة لأن الخمائر وجراثيمها تقتل عند درجة حرارة البسترة. ونمو الخمائر في المعلبات يؤدي إلى إفسادها. فمعلبات الفاكهة والمربيات والعصائر والحليب المركز المحلى تفسد عند نمو الخمائر المخمرة Fermentative yeastst فيها حيث تسبب التخمر الكحولي وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينفخ العلبة. أما الأغذية المخللة المعلبة مثل الزيتون والخيار المخلل فتفسد بنمو الخمائر المكونة للأغشية Film yeasts على سطحها وكذلك هذه الخمائر تنمو على سطح المربيات المعلبة.

بالنسبة للأعفان تكثر عادة في الأغذية التي تعلب في المنزل ذلك لعدم الدقة في المعاملة الحرارية كما أن هناك سلالات من الأعفان تقاوم درجة الحرارة العالية مثل العفن *Byssochlamys fulva* الذي يتحمل درجات الحرارة التي تعامل بها الفاكهة. كذلك وجدت الأعفان *Penicillium, Aspergillus* في المربيات والجيلي والفواكه المعلبة. ويلاحظ أن هذه الأعفان تنمو على سطح الغذاء المعلب ذلك لأنها هوائية تنمو بوجود الأكسجين.

أسئلة

1. ما هو الانتفاخ الهيدروجيني ؟
2. عدد الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية والمكونة للجراثيم ؟
3. ما هو الفساد المسطح الحامضي ؟
4. تتبع مراحل انتفاخ العلبة ؟
5. ما هو الفساد الكبريتي النتن ؟
6. اذكر الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة والمكونة للجراثيم ؟
7. اذكر الفساد بالبكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة غير المكونة للجراثيم ؟
8. اذكر فساد المعلبات بالخمائر والأعفان ؟

المراجع

المراجع العربية

1- الشيخلي، جودت. 1968
الميكروبيولوجي العام التطبيقي. مطبعة المعارف، بغداد- العراق.
2- الشيخلي جودت.1985
التجارب المختبرية في ميكروبات الأغذية والألبان. جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية.
3- المصلح، معروف 1981.
علم الأحياء المجهرية في الأغذية والألبان. المكتبة الوطنية، بغداد- العراق.
4- زكي، سعد 1997.
الميكروبيولوجيا التطبيقية العملية. مكتبة الأنجلو المصرية- القاهرة.
5- ابوالدهب، مصطفى، الجعراني، محمد1983.
البكتريا، التجارب المعملية الأساسية. دار المطبوعات الجديدة- الإسكندرية، ج. م. ع.
6- الأشوح، عصمت.1984 .
مذكرات في ميكروبيولوجيا تصنيع الأغذية. جامعة القاهرة، ج. م. ع

References

1- Ayres, J.C. 1955.
Microbiological implications in the handling slaughtering, and dressing of meat animals. Advances Food Res. b: 110-161.

2- Breed, R.S. Murray, E.G.D.and Smith, and N.R.1957.
Bergey's Manual of determinative bacteriology.7 th ed .The Willions and Wilkins company, Baltimore.

3- Brock, T.D., and Brock, K. M.1973.
Basic microbiology with applications. Prentic-Hall.Inc., Englewood cliffs

4-Buchanan, R.E., Gibbans, N.E. 1974.
Bergy's manual of determinative bacteriology, 8th Ed. The Williams and Wilkins Co.Baltimore.

5- Cameron, E .J. and Esty ,J.R. 1940.
Camments on the microbiology of spoilage in canned foods.
Food Res. 5:549-557.

6- Elliker, P.R. 1945.
Practical dairy bacteriology.
Mc Graw-Hill Co. New York.

7- Frazier, W.C. 1974.
Food microbiology. Second edition. Tata Mc Graw-Hill publishing company Ltd., New Delhi.

8-Jay, M.J. 1970.
Modern food microbiology. Van Nostrand Reinhard Co. New York, U.S.A.

9- Standard method for the exaimination of water and waste water.
41th ed. American puplic health association, New York.1975.

10- Taylor, J. 1969.
Bacterial food poisoning. Royal Society of Health. London

11-Wilsan, B.J.and Hays, A.W. 1973.
Toxicants occurring naturally in foods.
National Academy of Sciences. 2 nd ed. U.S.A.

المحتويات